

AK**Ingenieurbüro König**

Am Wiesengrund 20 - 91732 Merkendorf - Tel. 09826 / 9914-60 - Email: info@abwasser-koenig.de

Ingenieurbüro für betriebliches Abwasser (Verfahrenstechnik)

Auftraggeber: **Gräfliche Brauerei Arco-Valley** GmbH & Co. KG
Hauptstraße 14
94428 Eichendorf/Adldorf

Projekt: **Einleitung von gereinigtem Abwasser aus der
betriebseigenen Kläranlage in die Vils**

Beilage 10

Technische Nachweise der Kläranlage**Inhaltsverzeichnis**

1. Bemessungsdaten	1
2. Zulaufpumpwerk.....	2
3. Zulaufpuffer mit Bogensieb.....	2
4. Biologische Stufe	4
4.1 Volumen SBR-Anlage.....	4
4.2 Nachweis der Absetzzeiten	6
4.3 Sauerstoffversorgung	8
5. Speichervolumen für Ablaufbegrenzung	9
6. Überschussschlamm	9

Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016
Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026

Anhang 2: Dokumentation Messner Belüfterplatten

AK**Ingenieurbüro König**

Am Wiesengrund 20 - 91732 Merkendorf - Tel. 09826 / 9914-60 - Email: info@abwasser-koenig.de

Ingenieurbüro für betriebliches Abwasser (Verfahrenstechnik)

Auftraggeber: **Gräfliche Brauerei Arco-Valley** GmbH & Co. KG
 Hauptstraße 14
 94428 Eichendorf/Adldorf

Projekt: **Einleitung von gereinigtem Abwasser aus der betriebseigenen Kläranlage in die Vils**

Beilage 10

Technische Nachweise der Kläranlage

1. Bemessungsdaten

Die SBR-Anlage wurde im Jahr 2006 für die Belastungsdaten nach Tabelle 1 und dem damals gültigem Regelwerk (ATV-DVWK A 131 Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Stand 2000, Belebungs-Expert Stand 2002, ATV-M 210 Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb, Stand 1997) bemessen.

Tabelle 1: Belastungsdaten der Kläranlage, Antrag 2006

	Q_s in m³/d	BSB₅ in kg/d	CSB in kg/d	N_{ges} in kg/d	P_{ges} in kg/d	abf. Stoffe in kg/d
85 %-Wert	500	700	1.011	23	5	173
Mittelwert	380	412	595	14	3	102

Das Regelwerk für die Bemessung von SBR-Anlagen hat sich zwischenzeitlich geändert. Aktuell sind die folgenden Regelwerke anzuwenden.

- Arbeitsblatt DWA-A 131, Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Stand 2016
- Merkblatt DWA-M 210, Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR), Stand 2009

Wesentliche Änderungen im Arbeitsblatt DWA-A 131, 2016 ist die Umstellung der Bemessung auf den CSB als Leitparameter. Anstatt dem 85 %-Wert der Frachten ist in Abhängigkeit des Schlammalters das 2-Wochen-Mittel für Anlagen mit Nitrifikation und Denitrifikation bzw. das 4-Wochenmittel für Anlagen mit gemeinsamer aerober

Schlammstabilisierung anzusetzen. In speziellen Fällen kann weiter der 85 %-Wert verwendet werden (z.B. zu geringe Datenbasis).

Im Merkblatt DWA-M 210, 2009 wurde die Bemessung der Absetzphase gegenüber der Erstveröffentlichung 1997 grundlegend überarbeitet. Für die Bemessung der Absetzphase wird ein ausschließlich für nicht durchflossene Becken entwickelter Ansatz genutzt.

Der Nachweis der Anlage erfolgt unter Beachtung des aktuellen Regelwerks. Die Belastungsdaten wurden entsprechend der Tabelle 2 insbesondere im Bereich der CSB-Fracht an das neue Regelwerk angepasst.

Tabelle 2: Belastungsdaten der Kläranlage, Antrag 2027

	Q_s in m³/d	CSB in kg/d	CSB_{gel} in kg/d	N_{ges} in kg/d	P_{ges} in kg/d	abf. Stoffe in kg/d
85 %-Wert	500	1.400	1.200	25	5	156
Mittelwert	380	820	700	15	3	92

Die 500 m³ Abwasser fallen im Zweisechichtbetrieb über ca. 16 Stunden an. Es ist somit von Spitzenzuflüssen von

$$q_s = 500 \text{ m}^3/\text{d} : 16 \text{ h/d} = 31,0 \text{ m}^3/\text{h} = 8,7 \text{ l/s}$$

zur Kläranlage auszugehen.

2. Zulaufpumpwerk

Das vorhandene Zulaufpumpwerk hat eine Kapazität von 2 x 11 l/s (1 + 1 Reserve). Im Regelfall ist eine Pumpe ausreichend um die erforderlichen 8,7 l/s zum Ausgleichsbecken zu fördern. Bei Überschreitung der Förderkapazität schaltet die zweite Pumpe zu. Kurzzeitige Spitzen kann der Pumpensumpf mit einem Volumen von ca. 12 m³ abpuffern.

3. Zulaufpuffer mit Bogensieb

Der Zulaufpuffer dient zur Zwischenspeicherung des Abwassers bis zum Beginn des nächsten Zyklus. Die Zyklusdauer des SBR beträgt nach der ursprünglichen Auslegung 2006 8,0 Stunden.

In der Abb. 1 ist bei einem Abwasseranfall von 500 m³/d innerhalb von 16 Stunden der Anstieg des Füllvolumens im Zulaufpuffer ab 6:00 Uhr aufgezeigt. Bis 11:00 Uhr erfolgt der Anstieg bis in den Bereich von 160 m³. Ab diesem Zeitpunkt erfolgt die Beschickung des SBR-Reaktors. Während des Befüllvorgangs fällt weiter Abwasser an, so dass ein Restvolumen im Bereich von 20 m³ verbleibt. Während des 8-Stunden-Zyklus steigt der Wasserstand im Zulaufpuffer auf maximal 238 m³ an, bevor die nächste Beschickung beginnt. Durch die Beschickung fällt der Wasserstand wieder auf 100 m³ ab, um gegen Abend bei einem konstanten Niveau von ca. 160 m³ stehen zu bleiben. In der Nacht erfolgt dann die Entleerung des Zulaufpuffers. Es steht dann wieder der leere Zulaufpuffer zur Verfügung.

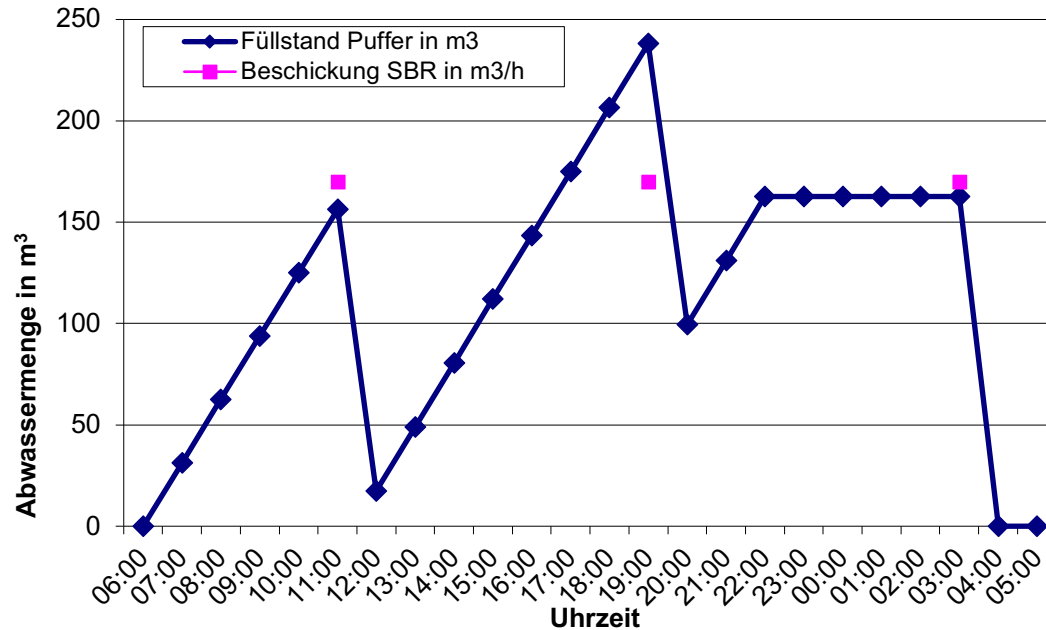


Abb. 1: Verlauf Füllstand Puffer für drei SBR-Zyklen pro Tag

Aktuell wird der SBR mit einer Zyklusdauer von 6 Stunden betrieben. Bis 8:00 Uhr erfolgt der Anstieg bis in einen Bereich von 125 m³. Ab diesem Zeitpunkt erfolgt die Beschickung des SBR mit ca. 125 m³. Diese werden bis 14:00 Uhr behandelt. Innerhalb dieses Zeitraums ist mit einem Zufluss von ca. 190 m³ zu rechnen. Der SBR wird um 14:00 Uhr mit ca. 125 m³ beschickt. Es verbleiben ca. 90 m³ im Zulaufpuffer. Im Anschluss steigt des Füllvolumen entsprechend dem Abwasseranfall bis zum Start des nächsten Zyklus um 20:00 Uhr wieder an. Um 2:00 Uhr erfolgt dann die Entleerung des Zulaufpuffers. Durch die aktuellen vier Zyklen pro Tag mit einer Zyklusdauer von 6 Stunden liegt der berechnete Spitzeneinstau bei ca. 250 m³.

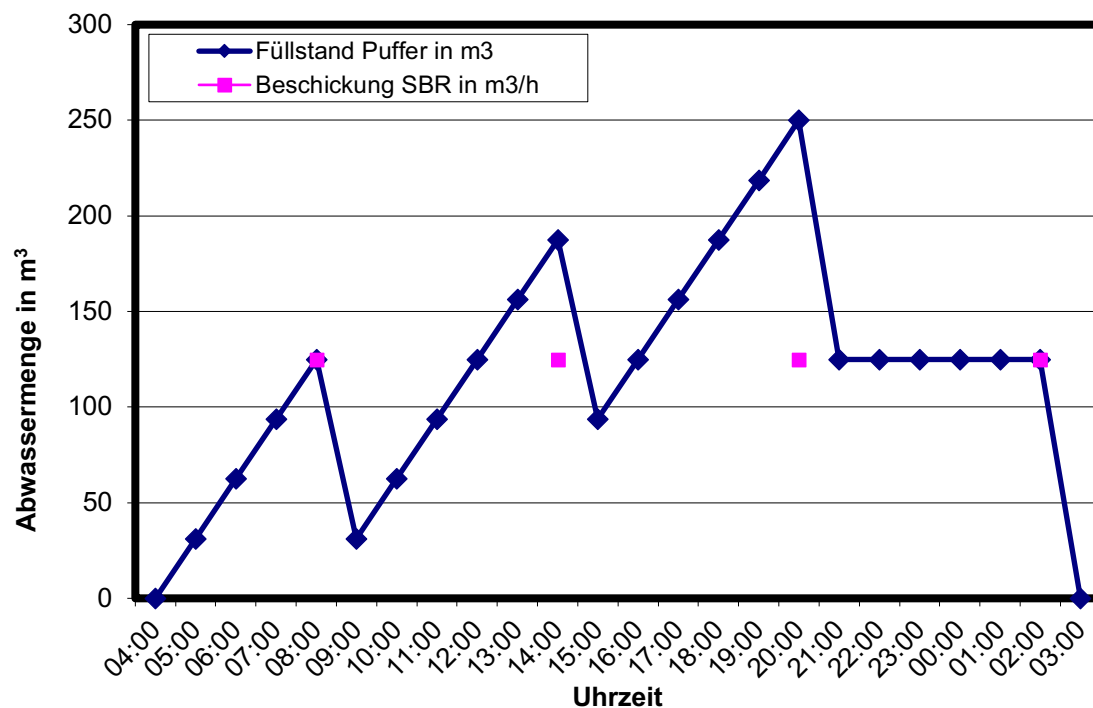


Abb. 2: Verlauf Füllstand Puffer für vier SBR-Zyklen pro Tag

Der Zulaufpuffer ist mit folgenden Abmessungen ausgeführt:

Gesamtvolumen V_{ges} :	381 m ³
Nutzvolumen V_{nutz} :	350 m ³
Innendurchmesser D_i :	9,0 m
Gesamthöhe H_{ges} :	6,0 m
Nutzhöhe H_{nutz} :	5,5 m

Vor dem Zulaufpuffer ist ein Bogensieb mit einer Kapazität von 23,6 l/s (85 m³/h) und einer Spaltweite von 1,0 mm installiert. Die Umwälzung und Belüftung des Zulaufpuffers erfolgt mit zwei Strahlbelüftern
5,0 kW.

Nach dem Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung, H. Rüffer, K.-H. Rosenwinkel, Oldenbourgverlag 1991, S. 173 ist in Abhängigkeit der Aufenthaltszeit eine installierte Leistung von 20 Watt je m³ (0,65 Tage Aufenthaltszeit) und 100 Watt je m³ (2,5 Tage Aufenthaltszeit) erforderlich.

Die installierten Strahlbelüfter haben eine Gesamtleistung von $2 \times 5,0 \text{ kW} = 10,0 \text{ kW}$. Die installierte spezifische Leistung beträgt somit 29 Watt je m³ bezogen auf das Ausgleichsvolumen von 350 m³. Diese Leistung ist bei einer mittleren Aufenthaltszeit von 0,7 Tagen ausreichend.

Zur Beschickung des SBR sind zwei Pumpen (1 + 1 Reserve) mit einer Förderleistung von ca. 85 m³/h bei 0,9 bar eingesetzt. Die Förderhöhe vom Zulaufpuffer zum SBR beträgt bei einer Abwassermenge von 85 m³/h und leerem Zulaufpuffer:

H_{geo} :	6,5 mWS
H_{verlust} (15 m Rohrleitung DN 100):	2,5 mWS
H_{ges}	9,0 mWS

Bei komplett leerem Zulaufpuffer ergibt sich die Förderleistung von 85 m³/h bzw. eine Beschickungszeit für den SBR-Reaktor von 2,0 Stunden bei einem Austauschvolumen von 170 m³.

Bei Einstau des Zulaufpuffers ergeben sich geringere Förderhöhen und etwas höhere Fördermengen. Die Beschickung kann zusätzlich durch den Betrieb von zwei Pumpen erhöht werden.

Der Zulaufpuffer wird so bewirtschaftet, dass zum Ende der Produktionswoche ein möglichst hoher Einstau vorliegt. Das eingestaute Abwasser wird über das produktionsfreie Wochenende gleichmäßig abgewirtschaftet.

4. Biologische Stufe

Die biologische Stufe wird als SBR-Anlage ausgeführt. Für die Dimensionierung sind das erforderliche Volumen, die Absetzzeiten und die Sauerstoffversorgung von Bedeutung.

4.1 Volumen SBR-Anlage

Das erforderliche biologisch aktive Volumen der SBR-Anlage bemisst sich entsprechend einer konventionellen kontinuierlichen Kläranlage. Diese Berechnung erfolgt in Anhang 1 mit

dem Programm Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026 der DWA (Deutsche Vereinigung Wasser Abwasser).

Die wesentlichen Eingangsfrachten sind aus Punkt 1. Tabelle 2 zu entnehmen.

Abwassertemperatur:	15° C für Größe Biologie 30° C für Belüftung
Schlammalter:	20,0 d bis 25 d
Schlammgehalt in der Biologie:	6,7 kg TS/m ³
Schlammindex:	125 mg/l
Reinigungsziele:	Nitrifikation, Denitrifikation, P-Fällung, Kohlenstoffabbau, gemeinsame aerobe Schlammstabilisierung

Aus der Berechnung im Anhang 1 ergibt sich für die Reinigungsziele gemeinsame aerobe Schlammstabilisierung, Kohlenstoffabbau, Nitrifikation, Denitrifikation, P-Fällung ein Volumen von ca. 950 m³ für den Fall eines Durchlaufverfahrens bei einem Feststoffgehalt von 6,7 kg TS/m³ in der Biologie und einer Bemessungstemperatur von 15 °C.

Für die SBR-Anlage sind nach der Planung 2007 täglich drei Zyklen mit den folgenden Phasen und einer Gesamtdauer von 8 Stunden vorgesehen:

1. Beschicken (1,0 bis 2,0 Stunden) mit Belüftung
2. Hauptbelüftung (4,0 bis 5,0 Stunden)
3. Absetzphase (70 Minuten)
4. Klarwasserabzug (50 Minuten)
5. Schlammabzug (innerhalb des Klarwasserabzugs)

Von diesen Zeiten sind die Beschickung und der biologische Abbau als aktive Phasen (6,0 h) anzusetzen. Die Sedimentation und der Klarwasserabzug werden als nicht aktiv (2,0 h) angesetzt.

Für den Ausgleich der nicht aktiven Phasen ist das erforderliche Volumen auf

$$V_{\text{bio.}} = 950 \text{ m}^3 \times 8 \text{ h} / 6 \text{ h} = 1.267 \text{ m}^3$$

zu erhöhen.

Zu dem biologisch erforderlichen Volumen ist noch das Austauschvolumen von 170 m³ zu addieren. Das Gesamtvolumen berechnet sich zu:

$$V_{\text{ges}} = 1.367 \text{ m}^3 + 170 \text{ m}^3 = 1.437 \text{ m}^3$$

Aktuell wird die SBR-Anlage täglich mit vier Zyklen und den folgenden Phasen mit einer Gesamtdauer von 6 Stunden betrieben:

1. Beschicken (0,5 bis 2,0 Stunden) mit Belüftung
2. Hauptbelüftung (2,0 bis 3,5 Stunden)
3. Absetzphase (80 Minuten)
4. Klarwasserabzug (40 Minuten)
5. Schlammabzug (innerhalb des Klarwasserabzugs)

Die Zyklen starten um 8:00, 14:00, 20:00 und 2:00 Uhr.

Von diesen Zeiten sind die Beschickung und der biologische Abbau als aktive Phasen (4,0 h) anzusetzen. Die Sedimentation und der Klarwasserabzug werden als nicht aktiv (2,0 h) angesetzt.

Für den Ausgleich der nicht aktiven Phasen ist das erforderliche Volumen auf

$$V_{\text{bio.}} = 950 \text{ m}^3 \times 6 \text{ h} / 4 \text{ h} = 1.425 \text{ m}^3$$

zu erhöhen.

Zu dem biologisch erforderlichen Volumen ist noch das Austauschvolumen von 125 m^3 zu addieren. Das Gesamtvolumen berechnet sich zu:

$$V_{\text{ges}} = 1.425 \text{ m}^3 + 125 \text{ m}^3 = 1.550 \text{ m}^3$$

Der SBR ist mit folgenden Abmessungen ausgeführt:

Gesamtvolumen V_{ges} :	1.700 m^3
Nutzvolumen V_{nutz} :	1.600 m^3
Innendurchmesser D_i :	19,0 m
Gesamthöhe H_{ges} :	6,0 m
Nutzhöhe H_{nutz} :	5,65 m

Das Nutzvolumen von 1.600 m^3 ist für beide Betriebsweisen 3 Zyklen zu je 8 Stunden und 4 Zyklen zu je 6 Stunden ausreichend groß.

4.2 Nachweis der Absetzzeiten

Bei drei Zyklen zu 8 Stunden ist eine Schlammkonzentration von $6,7 \text{ kg TS}$ bezogen auf das Mindestvolumen von 1.267 m^3 erforderlich. Durch Vollenfüllung mit dem Austauschvolumen von 170 auf 1.437 m^3 reduziert sich der Trockensubstanzgehalt bei beginnender Sedimentation auf ca. $5,9 \text{ kg TS/m}^3$.

Der Nachweis erfolgt für $5,9 \text{ kg TS/m}^3$ bei einem SBR-Volumen von 1.600 m^3 bei Vollenfüllung, einem Austauschvolumen von 170 m^3 und einem Schlammindex von 125 ml/g .

Schlammvolumenindex gewählt:	125 ml/g
Schlammkonzentration bei Vollenfüllung TS_R :	$5,9 \text{ kg TS/m}^3$
Schlammkonzentration bei Entleerung:	$6,7 \text{ kg TS/m}^3$
Reaktordurchmesser:	$D_i = 19,0 \text{ m}$
Reaktoroberfläche A_R :	$283,5 \text{ m}^2$
Absetzzeit t_{ab} gesamt:	120 Minuten
Beruhigungsphase (Beginn Sedimentation):	10 Minuten
Beginn Abzug:	70 Minuten
Dauer Abzug:	50 Minuten

Die Sinkgeschwindigkeit des Schlammes beträgt:

$$v_{\text{sink, Schlamm, Beginn}} = 725 / (TS_R \times ISV) = 725 / (5,9 \times 125) = 0,98 \text{ m/h}$$

$$v_{\text{sink, Schlamm, Ende}} = 725 / (TS_{\text{bio}} \times ISV) = 725 / (6,7 \times 125) = 0,87 \text{ m/h}$$

Die Sinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels beträgt:

$$v_{\text{sink, Wasser}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} : 283,5 \text{ m}^2 = 0,71 \text{ m/h}$$

Die Sinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels und des Klarwasserabzugs während der Abzugsphase ist kleiner als die Sinkgeschwindigkeit des Schlammes. Es besteht keine Gefahr, dass sich der Klarwasserabzug zu nahe an den Schlamm Spiegel annähert.

Mit diesen Werten ergibt sich der folgende Verlauf des Schlammspiegels und des Wasserspiegels:

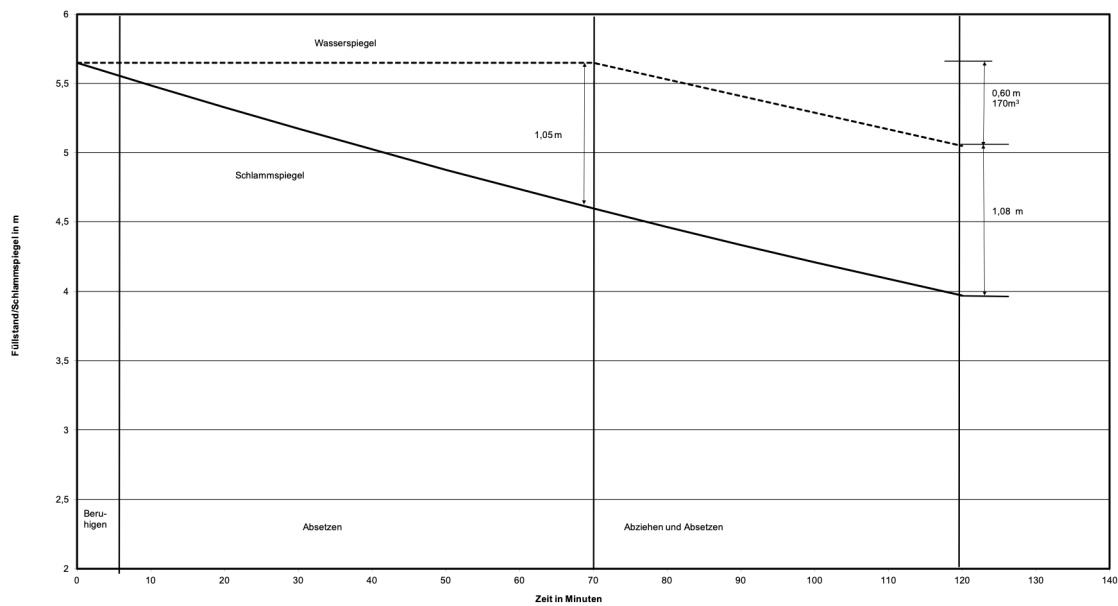


Abb. 3: Verlauf Schlamm- und Wasserspiegel bei drei SBR-Zyklen pro Tag

Es ist immer ein ausreichender Abstand zwischen Schlammpegel und Klarwasserstand von mindestens 1,05 m sichergestellt.

Der Klarwasserabzug ist mit einer Leistung von 200 m³/h ausgelegt und wird mit einer tatsächlichen Abflussleistung von 210 bis 220 m³/h betrieben.

Bei vier Zyklen zu 6 Stunden ist eine Schlammkonzentration von 6,7 kg TS bezogen auf das Mindestvolumen von 1.425 m³ erforderlich. Durch Vollfüllung mit dem Austauschvolumen von 125 m³ auf 1.550 m³ reduziert sich der Trockensubstanzgehalt bei beginnender Sedimentation auf ca. 6,2 kg TS/m³.

Der Nachweis erfolgt für 6,2 kg TS/m³ bei einem SBR-Volumen von 1.600 m³ bei Vollfüllung, einem Austauschvolumen von 125 m³ und einem Schlammindex von 125 ml/g.

Schlammvolumenindex gewählt:	125 ml/g
Schlammkonzentration bei Vollfüllung TS _R :	6,2 kg TS/m ³
Schlammkonzentration bei Entleerung:	6,7 kg TS/m ³
Reaktordurchmesser:	D _i = 19,0 m
Reaktoroberfläche A _R :	283,5 m ²
Absetzzeit t _{ab} gesamt:	120 Minuten
Beruhigungsphase (Beginn Sedimentation):	10 Minuten
Beginn Abzug:	80 Minuten
Dauer Abzug:	40 Minuten

Die Sinkgeschwindigkeit des Schlammes beträgt:

$$V_{\text{sink, Schlamm, Beginn}} = 725 / (TS_R \times ISV) = 725 / (6,2 \times 125) = 0,94 \text{ m/h}$$

$$V_{\text{sink, Schlamm, Ende}} = 725 / (TS_{\text{bio}} \times ISV) = 725 / (6,7 \times 125) = 0,87 \text{ m/h}$$

Die Sinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels beträgt:

$$V_{\text{sink, Wasser}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} : 283,5 \text{ m}^2 = 0,71 \text{ m/h}$$

Die Sinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels und des Klarwasserabzugs während der Abzugsphase ist kleiner als die Sinkgeschwindigkeit des Schlammes. Es besteht keine Gefahr, dass sich der Klarwasserabzug zu nahe an den Schlamm Spiegel annähert.

Mit diesen Werten ergibt sich der folgende Verlauf des Schlammspiegels und des Wasserspiegels:

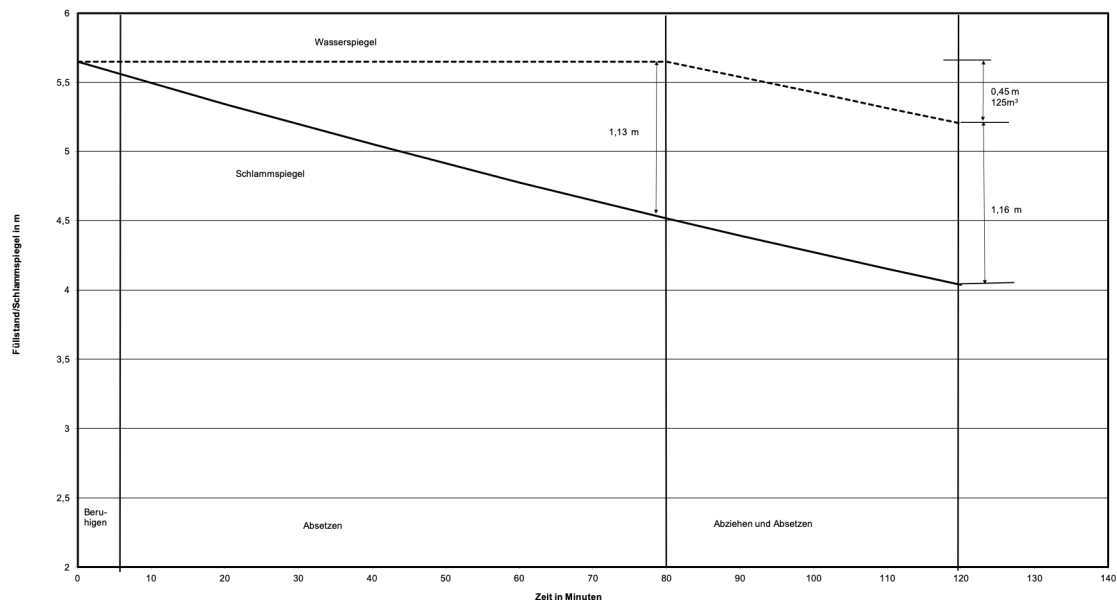


Abb. 4: Verlauf Schlamm- und Wasserspiegel bei vier SBR-Zyklen pro Tag

Es ist immer ein ausreichender Abstand zwischen Schlamm Spiegel und Klarwasserstand von mindestens 1,13 m sichergestellt.

Der Klarwasserabzug ist mit einer Leistung von 200 m³/h ausgelegt und wird mit einer Abflussleistung von 210 bis 220 m³/h betrieben.

4.3 Sauerstoffversorgung

Die ursprünglichen Rohrbelüfter wurden gegen Messner Belüfterplatten getauscht. Die Dokumentation der aktuellen Installation ist im Anhang 2 enthalten.

Aufgrund der Bemessung nach Anhang 1 ergibt sich ein Tagesbedarf von 1.290 kg O₂/d bei einer Abwassertemperatur von 30 °C. Der Spitzenbedarf liegt bei OV_h = 70,0 kg O₂/h. Dieser muss innerhalb der Hauptbelüftung (4 von 6 Stunden) bereitgehalten werden. Der Spitzenwert erhöht sich deshalb im SBR-Betrieb auf OV_h = 105 kg O₂/h.

Die aktuelle Installation ist für einen Sauerstoffeintrag in Reinwasser SOTR₁₀₀₀ in Höhe von 148,3 kg O₂/h bei einer Normluftmenge von 1.520 m³_N/h ausgelegt. Bei einem Alpha-Wert von 0,7 ergibt sich ein Sauerstoffeintrag ins Abwasser von 105 kg O₂/h.

Ein Gebläse ist für eine Normluftmenge von 760 m³_N/h ausgelegt. Bei Betrieb von 2 Gebläsen ist der Spitzenbedarf abgedeckt.

Die Gebläse haben eine Kupplungsleistung von 18 kW und eine Motorleistung von 22 kW.

5. Speichervolumen für Ablaufbegrenzung

Der Ablauf aus der SBR-Anlage fällt mit $200 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $55,6 \text{ l/s}$ an. Dieser Spitzenabfluss wird auf den zulässigen Trockenwetterabfluss von $31 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $8,6 \text{ l/s}$ begrenzt. Hierzu wird das gereinigte Abwasser im Ablaufpuffer zwischengespeichert.

Der Ablaufpuffer ist mit folgenden Abmessungen ausgeführt:

Gesamt volumen V_{ges} :	254 m^3
Nutzvolumen V_{nutz} :	200 m^3
Innendurchmesser D_i :	$9,0 \text{ m}$
Gesamthöhe H_{ges} :	$4,0 \text{ m}$
Nutzhöhe H_{nutz} :	$3,15 \text{ m}$

Die maximal während eines Zyklus ablaufende Abwassermenge von 125 bzw. 170 m^3 kann zwischengespeichert und bis zum Klarwasserabzug des nächsten Zyklus vergleichmäßig abgegeben werden.

Für die vergleichmäßigte Abgabe stehen 5 bzw. 7 Stunden zur Verfügung. Es ergeben sich die folgenden Abflüsse:

- 8 Stundenzyklus: $170 \text{ m}^3 / 7 \text{ h} = 24,3 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $6,7 \text{ l/s}$
- 6 Stundenzyklus: $125 \text{ m}^3 / 5 \text{ h} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $6,9 \text{ l/s}$

6. Überschussschlamm

Die Schlammvorlage ist für den maximalen Schlammanfall von ca. 312 kg TS/d nach Anhang 1 ausgelegt. Bei 10 kg TS/m^3 entspricht dies ca. $31 \text{ m}^3/\text{d}$ Flüssigschlamm. Diese Menge wird in der Schlammvorlage gepuffert werden. Die Schlammvorlage ist mit folgenden Abmessungen ausgeführt:

Gesamt volumen V_{ges} :	75 m^3
Nutzvolumen V_{nutz} :	56 m^3
Innendurchmesser D_i :	$4,0 \text{ m}$
Gesamthöhe H_{ges} :	$6,0 \text{ m}$
Nutzhöhe H_{nutz} :	$4,5 \text{ m}$

Für den Bemessungsfall kann der Schlamm für ca. 2 Tage in der Schlammvorlage gepuffert werden.

Der Überschussschlamm wird zukünftig über eine stationäre Schlammmentwässerung entwässert. Es ist der Einsatz einer Schneckenpresse oder eines Dekanters geplant. Die Art der Entwässerung und die Baugröße wird im Rahmen von Pilotversuchen festgelegt.

Adldorf, den 17.07.2026

Merkendorf, den 17.07.2026

.....
Gräfliche Brauerei Arco-Valley GmbH & Co. KG, Georg Reichert

.....
Erwin König, König Abwassertechnik

DWA-Regelwerk

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

Projekt: Gräfliche Brauerei Graf Arco Valley
bearbeitet von: König

berechnet am: 08.07.2026

Anlagenkonfiguration:

- Belebungsbecken

Reinigungsziele:

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

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Externe C-Dosierung:

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

Bemessung ohne Nachklärbecken, TSBB = 6,7 kg TS/m³, ungestörtes Absetzen SBR

Lastannahmen:

Größenklasse: 1400 kg CSB/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur
- Lastfall 4: Sonderlastfall

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q _{d,Konz.}	500	500	500 m ³ /d
	Q _t	25	25	25 m ³ /h
Zulaufkonzentrationen:				
CSB	C _{CSB,ZB}	2800	2800	2800 mg/l
Gelöster CSB	S _{SCSB,ZB}	2400	2400	2400 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C _{KN,ZB}	50,0	50,0	50,0 mg/l
Ammoniumstickstoff	S _{NH4,ZB}	30,0	30,0	30,0 mg/l
Nitratstickstoff	S _{NO3,ZB}	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C _{P,ZB}	10,0	10,0	10,0 mg/l
Säurekapazität	S _{KS,ZB}	10,00	10,00	10,00 mmol/l
Zulauffrachten:				
CSB	B _{d,CSB}	1400	1400	1400 kg/d
Gelöster CSB	B _{d,SCSB}	1200	1200	1200 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B _{d,KN}	25,0	25,0	25,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	B _{d,NH4}	15,0	15,0	15,0 kg/d
Nitratstickstoff	B _{d,NO3}	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B _{d,P}	5,0	5,0	5,0 kg/d

Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016
Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026

Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:

Temperatur im Belebungsbecken	T	15,0 Grad C
-------------------------------	---	-------------

Stickstoffbilanz:

Zulauf: $C_{KN} + S_{NO3}$	C_N	50,0 mg/l
im Schlamm gebunden	$X_{orgN,BM}$	27,2 mg/l
Ammonium im Ablauf	$S_{NH4,AN}$	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	$S_{orgN,AN}$	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NO3,N}$	11,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	$S_{NO3,AN}$	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	$S_{NO3,D}$	6,4 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V_D/V_{BB}	0,10 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	$S_{NO3,D}$	50,4 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	11,4 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	$S_{NO3,AN}$	0,0 mg/l
Maximale Taktzeit	t_T	0,00 h

Phosphorelimination:

Phosphor im Zulauf	$C_{P,ZB}$	10,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	$X_{P,BM}$	10,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	$X_{P,BioP}$	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	$S_{PO4,AN}$	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	$S_{PO4,AN}$	2,0 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	0,0 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	0,0 kg Me/d

Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:

Schlammkonzentration im SBR im Mindestvolumen		
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im SBR	TS_{SBR}	6,70 kg/m ³

Schlammalter und Belastungskennwerte:

Erforderliches Schlammalter	$erf.t_{TS}$	20,3 d
Erforderliches Volumen	V_{BB}	947 m ³
Gewähltes Volumen	V_{BB}	950 m ³
Vorhandenes Schlammalter	t_{TS}	20,4 d

Schlammproduktion:

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	$\dot{U}_{Sd,C}$	312 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	$\dot{U}_{Sd,ext}$	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	$\dot{U}_{Sd,BioP}$	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	$\dot{U}_{Sd,F}$	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	$\dot{U}_{Sd}$	312 kg/d

Sauerstoffverbrauch:

aus Kohlenstoffelimination	$OV_{d,C}$	962 kg/d
aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	24 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-16 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	970 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f_C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f_N	1,60 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	49,3 kg/h

Säurekapazität:

Säurekapazität im Ablauf	SKS_{AN}	7,90 mmol/l
--------------------------	------------	-------------

Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016

Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026

Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf: $C_{KN} + S_{NO3}$	C_N	50,0 mg/l
im Schlamm gebunden	$X_{orgN,BM}$	0,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	$S_{NH4,AN}$	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	$S_{orgN,AN}$	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NO3,N}$	46,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	$S_{NO3,AN}$	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	$S_{NO3,D}$	41,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V_D/V_{BB}	0,10 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	$S_{NO3,D}$	67,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	46,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	$S_{NO3,AN}$	0,0 mg/l
Maximale Taktzeit	t_T	0,00 h
Phosphorelimination:		
Phosphor im Zulauf	$C_{P,ZB}$	10,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	$X_{P,BM}$	10,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	$X_{P,BioP}$	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	$S_{PO4,AN}$	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	$S_{PO4,AN}$	2,0 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	0,0 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	0,0 kg Me/d
Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS_{AB}	5,04 kg/m³
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TS_{AB}	6,70 kg/m³
Schlammlager und Belastungskennwerte:		
Vorhandenes Schlammlager	t_{TS}	20,3 d
Schlammproduktion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	$\dot{U}_{S_d,C}$	0 kg/d
Schlamm aus externer C-Dosierung	$\dot{U}_{S_d,ext}$	0 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	$\dot{U}_{S_d,BioP}$	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	$\dot{U}_{S_d,F}$	0 kg/d
Schlammproduktion gesamt	$\dot{U}_{S_d}$	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		
aus Kohlenstoffelimination	$OV_{d,C}$	1290 kg/d
aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	100 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-68 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	1323 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f_C	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f_N	1,60 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	66,9 kg/h
Säurekapazität:		
Säurekapazität im Ablauf	SKS_{AN}	7,90 mmol/l

Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016 Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026

CSB-Fraktionierung:

Parameter:

inerte Anteil am partikulären CSB..... f_A : 0,20
 Anteil org. Stoffe an abfiltrierbaren Stoffen.... f_B : 0,20
 Anteil des gelösten inerten CSB am CSB..... f_S : 0,05
 Anteil des leicht abb. CSB am abbaubaren CSB... f_{CSB} : 0,50

Vorgaben:

$C_{CSB,ZB} = 2800$ [mg/l]
 $S_{CSB,ZB} = 2400$ [mg/l]

Gelöster CSB:

$S_{CSB,inert,ZB} = f_S * C_{CSB,ZB}$ [mg/l]
 $S_{CSB,inert,ZB} = 0,05 * 2800$ [mg/l]
 $S_{CSB,inert,ZB} = 140$ [mg/l]

 $S_{CSB,abb,ZB} = S_{CSB,ZB} - S_{CSB,inert,ZB}$ [mg/l]
 $S_{CSB,abb,ZB} = 2400 - 140$ [mg/l]
 $S_{CSB,abb,ZB} = 2260$ [mg/l]

Partikulärer CSB:

$X_{CSB,ZB} = C_{CSB,ZB} - S_{CSB,ZB}$ [mg/l]
 $X_{CSB,ZB} = 2800 - 2400$ [mg/l]
 $X_{CSB,ZB} = 400$ [mg/l]

 $X_{CSB,inert,ZB} = f_A * X_{CSB,ZB}$ [mg/l]
 $X_{CSB,inert,ZB} = 0,20 * 400$ [mg/l]
 $X_{CSB,inert,ZB} = 80$ [mg/l]

 $X_{CSB,abb,ZB} = X_{CSB,ZB} - X_{CSB,inert,ZB}$ [mg/l]
 $X_{CSB,abb,ZB} = 400 - 80$ [mg/l]
 $X_{CSB,abb,ZB} = 320$ [mg/l]

Abbaubarer CSB:

$C_{CSB,abb,ZB} = C_{CSB,ZB} - S_{CSB,inert,ZB} - X_{CSB,inert,ZB}$ [mg/l]
 $C_{CSB,abb,ZB} = 2800 - 140 - 80$ [mg/l]
 $C_{CSB,abb,ZB} = 2580$ [mg/l]

 $C_{CSB,la,ZB} = f_{CSB} * C_{CSB,abb,ZB}$ [mg/l]
 $C_{CSB,la,ZB} = 0,50 * 2580$ [mg/l]
 $C_{CSB,la,ZB} = 1290$ [mg/l]

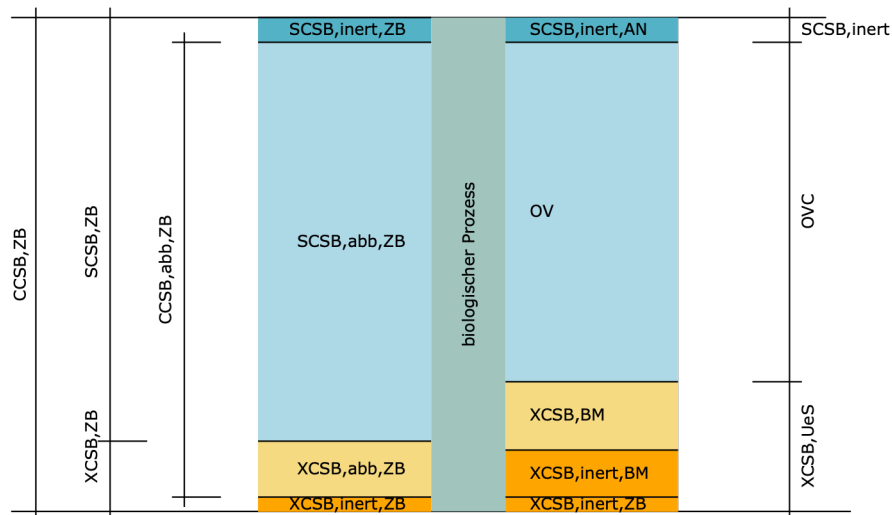
Inkorporation in Biomasse:

$F_T = 1,072^{(15,0-15)}$

 $X_{CSB,BM} = (C_{CSB,abb,ZB} * Y + C_{CSB,dos} * Y_{dos}) / (1 + b * t_{TS} * F_T)$ [mg/l]
 $X_{CSB,BM} = (2580 * 0,67 + 0 * 0,00) / (1 + 0,17 * 20,36 * 1,000)$ [mg/l]
 $X_{CSB,BM} = 388$ [mg/l]

 $X_{CSB,inert,BM} = 0,2 * X_{CSB,BM} * t_{TS} * b * F_T$ [mg/l]
 $X_{CSB,inert,BM} = 0,2 * 388 * 20,4 * 0,17 * 1,000$ [mg/l]
 $X_{CSB,inert,BM} = 268$ [mg/l]

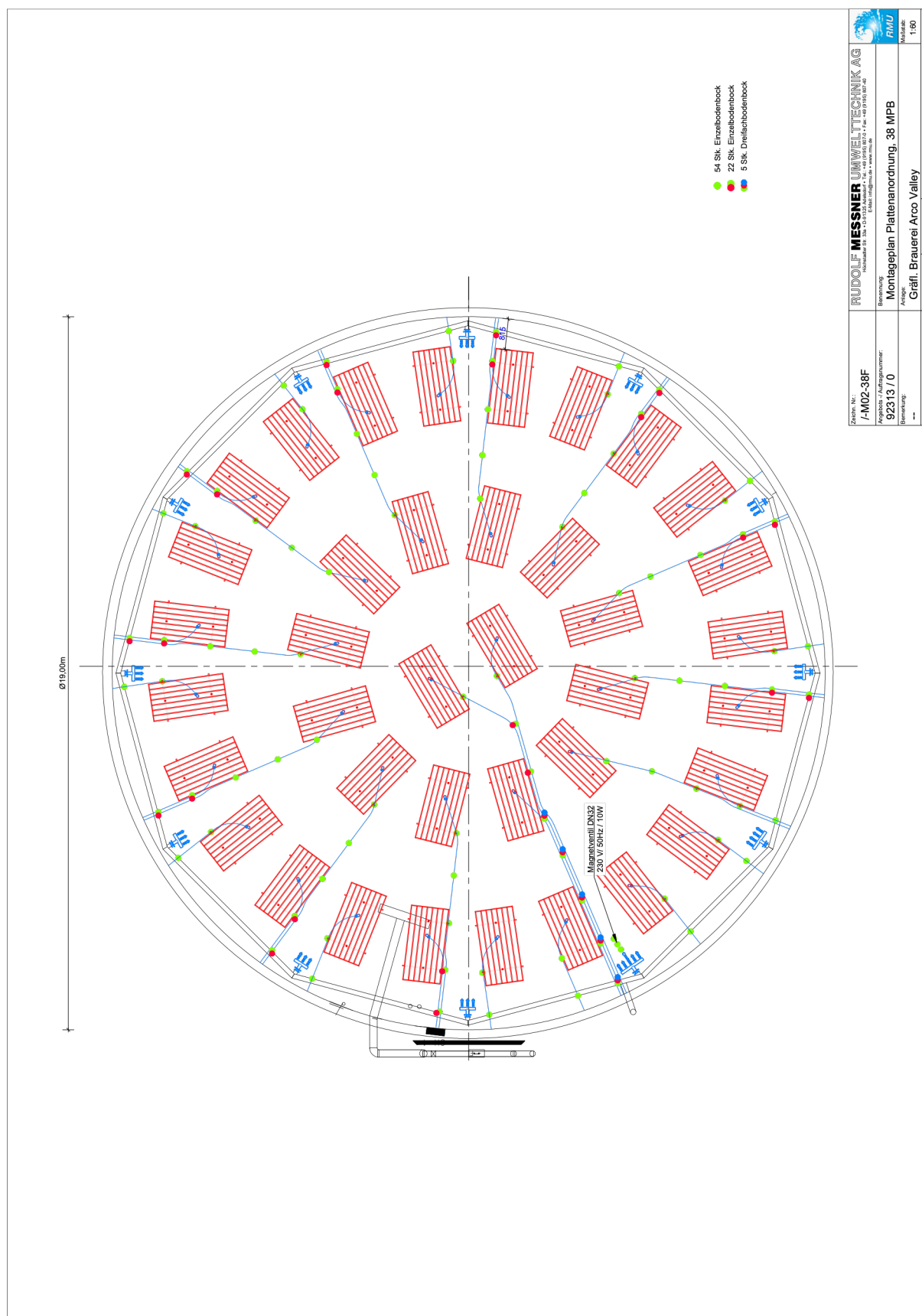
Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016
Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026



CSB-Fractionen:			
CSB gesamt $C_{CSB,ZB}$ 2800 mg/l			
gelöster CSB $S_{CSB,ZB}$ 2400 mg/l		partikulärer CSB $X_{CSB,ZB}$ 400 mg/l	
inert $S_{CSBinert,ZB}$ 140 mg/l	abbaubar $S_{CSBabb,ZB}$ 2260 mg/l	abbaubar $X_{CSBabb,ZB}$ 320 mg/l	inert $X_{CSBinert,ZB}$ 80 mg/l
abbaubarer CSB $C_{CSBabb,ZB}$ 2580 mg/l			

CSB-Pfade:		
inert CSB $S_{CSBinert,AN}$ 140 mg/l	Sauerstoffverbrauch OV 1924 mg/l	Überschussschlamm CSB_{UES} 736 mg/l

Anhang 1: Ergebnisse Bemessung nach DWA-A 131, Stand 2016 Belebungs-Expert 4.0, Stand 2026



Anhang 2: Dokumentation Messner Belüfterplatten

RUDOLF MESSNER UMWELTECHNIK


Projekt: IKA Arco Valley

13.07.2026

Auslegungsgrundlagen			Becken 1			Gesamt
Beckengeometrie			Kreis			
Außen-Ø	m		19,00			
Innen-Ø	m		0,00			
Wassertiefe	m		5,00			
Beckenoberfläche	m²		284			284
Beckenvolumen	m³		1.418			1.418
Ortshöhe ü.NN	m		363			
Auslegung:			V200-100H50			
Belüftertyp			V200-100H50			
Belüfteranzahl	Stück		38			38
Belüfterfläche	m²		76			76
eff. Belegungsgrad	%		26,80			
Einbauhöhe	m		0,05			
Einblastiefe	m		4,95			
Rührwerke			..keines erford.			
Lastfall 1 Betrieb						
Sauerstoffzufuhr in Reinwasser	SOTR ₁₀₀₀	kgO ₂ /h	51,7			51,7
spezifische Sauerstoffzufuhr	SSOTR	gO ₂ /m³ _N ·m _{ET}	27,0			
spezifische Sauerstoffausnutzung	SSOTE	%/m _{ET}	9,0			
Raumbelastung	SOTR _R	gO ₂ /m³ _{Ba} h	36,4			
Belüfterbeaufschlagung	q _{L,St,Bel.}	m³ _N /m² _{Ba} ·h	5,1			
Normluftmenge ³⁾	Q _{L,St}	m³ _N /h	386			386
Betriebsluftmenge ⁴⁾	Q _{L,St}	m³ _B /h	458			458
Systemdruck ¹⁾	Δp	mbar	532			
Lastfall 2 Auslegung						
Sauerstoffzufuhr in Reinwasser	SOTR ₁₀₀₀	kgO ₂ /h	73,8			73,8
spezifische Sauerstoffzufuhr	SSOTR	gO ₂ /m³ _N ·m _{ET}	24,3			
spezifische Sauerstoffausnutzung	SSOTE	%/m _{ET}	8,1			
Raumbelastung	SOTR _R	gO ₂ /m³ _{Ba} h	52,1			
Belüfterbeaufschlagung	q _{L,St,Bel.}	m³ _N /m² _{Ba} ·h	8,1			
Normluftmenge ³⁾	Q _{L,St}	m³ _N /h	614			614
Betriebsluftmenge ⁴⁾	Q _{L,St}	m³ _B /h	727			727
Systemdruck ¹⁾	Δp	mbar	533			
Lastfall 4 Belüfter max.						
Sauerstoffzufuhr in Reinwasser	SOTR ₁₀₀₀	kgO ₂ /h	148,3			148,3
spezifische Sauerstoffzufuhr	SSOTR	gO ₂ /m³ _N ·m _{ET}	19,7			
spezifische Sauerstoffausnutzung	SSOTE	%/m _{ET}	6,6			
Raumbelastung	SOTR _R	gO ₂ /m³ _{Ba} h	104,6			
Belüfterbeaufschlagung	q _{L,St,Bel.}	m³ _N /m² _{Ba} ·h	20,0			
Normluftmenge ³⁾	Q _{L,St}	m³ _N /h	1.520			1.520
Betriebsluftmenge ⁴⁾	Q _{L,St}	m³ _B /h	1.801			1.801
Systemdruck ¹⁾	Δp	mbar	542			
Gebläse						
Fabrikat:			Kaesar			
Gebläsetyp ⁵⁾			DB 165 C			
Anzahl	St		2			
Normluftmenge ³⁾	Q _{L,St}	m³ _N /h	760			760
Betriebsluftmenge ⁴⁾	Q _{L,St}	m³ _B /h	810			810
Gebläsedruck	Δp	mbar	650			
Kupplungsleistung	P _K	kW				
Motorleistung	P _{Mot}	kW				
Sauerstoff- Ertrag ²⁾	SAE	kgO ₂ /kWh				

Toleranzen für Garantiewerte gemäß Merkblatt DWA-M 209

1) Druckwiderstand (Einblastiefe, Belüfter und Anschlussleitung) im Neuzustand in Reinwasser

2) Ohne Beachtung eventueller Rührwerke

3) Normvolumenstrom: T=273 K, p=1.013 mbar, rF=0 %

4) Ansaugvolumenstrom: T=273+30 K, p=970 mbar, rF=50 %

5) Grundlage für die Ermittlung der Garantiewerte

6) Versauerung: pH-Wertbereich während Belüftung = 7,0 bis 7,5; Untergrenzwert für pH-Wert = 6,5; pH-Wert = 6,5

Anhang 2: Dokumentation Messner Belüfterplatten



OMEGA/OMEGA PLUS DREHKOLBENGEBLÄSE VARIANTENAUSWAHL AGGREGATE

04.04.07

Seite 1

Projekt: GA-AWA-K**Bearbeiter:** M. Mnich**EINGABEDATEN:**

Betriebsart: Überdruck

Fördermedium : trockene Luft

Art des Aggregats: Compact-Aggregat am Frequenzumrichter

Kappa : 1,40

Ansaugtemperatur: 20 °C

Dichte im Normzustand : 1,293 kg/m³

Ansaugdruck: 1013 mbar

Druckdifferenz : 650 mbar

760,0 Torr

Enddruck : 1663 mbar

1247,7 Torr

Liefermenge : 13,60 m³/min**Ventil-
ansprechdruck:** 700 mbar**Technische Daten:**
Aggregat: DB 165C
Motor: 22,0 kW
Betriebsspannung: 400V/50Hz

Blocknenndrehzahl(50Hz): 4000 1/min
NW: 100
Betriebsdaten:

	min. Frequenz	Betriebspunkt	max. Frequenz	
Frequenz:	18,0	54,0	55,0	Hz
Drehzahl:	1440	4320	4400	1/min
Liefermenge Q*	3,31	13,60	13,89	m³/min
Liefermenge Q ₁ (Normzustand): bezogen auf 0°C und 1013mbar	3,08	12,67	12,94	Nm³/min
Endtemperatur:	104	81	81	°C
Antriebsleistung am Block*:	6,1	18,8	19,2	kW
Motorabgabeleistung*:	6,3	19,4	19,8	kW
erf. Motorleistung:			20,8	kW
	ohne Schalldämmhaube		mit Schalldämmhaube	
Schalldruckpegel**:	bei fmax	90 dB(A)	72	dB(A)
Schalldruckpegel**:	bei 50 Hz	87 dB(A)	69	dB(A)
Schalleistungspegel**:	bei 50 Hz	103 dB(A)	85	dB(A)
Abmessungen(abhängig vom Motorhersteller)				
(L x B x H)	984x 987	x1375 mm	1190x 1130	x1450 mm
Gewicht	ca. 411	kg	ca. 611	kg

400V ± 5 % 50 Hz

IGBT Frequenzumrichter

*Leistungsdaten nach ISO 1217, Teil 1, Anhang C

** Gemessen nach DIN EN ISO 2151, Angaben ± 3 dB(A), mit schallisolierten Rohrleitungen

**** Standardmotor mit Impulsspitzenverträglichkeit gemäß IEC 60034-17 bei Betrieb am IGBT Frequenzumrichter.**

V 7.2 AD Stand 24.11.06

Anhang 2: Dokumentation Messner Belüfterplatten