



Tiefbauamt
der Stadt Pirmasens



**BMU-Umweltinnovationsprogramm
zur Förderung von Demonstrationsvorhaben**

Energieeffiziente Abwasseranlagen (EAA)
- Pilotanlagen zur Energieoptimierung auf Kläranlagen -

**Projektwischenbericht
„Energieoptimierung Kläranlage Blümeltal“
Stand April 2013**

Aufgestellt:
Pirmasens, den 05.04.2013

Thomas Wolf

Dipl.-Ing. Michael Maas



Inhalt

1.1	Einleitung	3
1.2	Kurzbeschreibung / Stand der Umsetzung.....	3
1.3	Reihenfolge der Umbaumaßnahmen.....	3
1.4	Abwasserzufluss	6
1.5	Festlegung der Frachten.....	6
1.6	Beschreibung der Verfahrenstechnik	7
1.6.1	Wasserspiegel	8
1.7	Regelung	9
1.7.1	Lasteinstufung.....	9
1.7.2	Zyklen	11
1.7.3	Regelung der Belüftung.....	15
1.7.4	Manuelle Schaltungen.....	24
1.7.5	Rücklaufschlammförderung.....	25
1.7.6	Phosphatfällung	25
1.7.7	Zulaufbewirtschaftung	25
1.7.8	Frachtbewirtschaftung	26
1.7.9	Nitratoptimierung (Rührwerke)	28
1.8	Beschreibung der Umbaumaßnahmen	29
1.8.1	Umbau Spitzenlastausgleichsbecken SAB, Rezileitung	29
1.8.2	Umbau D1, D2	33
1.8.3	Umbau BB2.4.....	38
1.8.4	Trennung BB1.....	40
1.8.5	Durchbrüche BB1.....	40
1.8.6	Umbau BB1.1.....	42
1.8.7	Umbau BB1.2.....	43
1.8.8	Änderung Mikrosiebung	45
1.8.9	Umbau Gebläsestation.....	47
1.8.10	Programmierung SPS, PLS	48
1.8.11	Inbetriebnahme.....	48
1.8.12	Ausfallstrategie Biologie.....	49



1.1 Einleitung

Grundlage der Ausführung ist die Entwurfs- und Genehmigungsplanung vom 24.10.2011.

1.2 Kurzbeschreibung / Stand der Umsetzung

Stand 10/2012

Der Ablauf ist so gewählt, dass sich die günstigste Situation hinsichtlich der Kapazität der biologischen Stufe ergibt. Aus diesem Grunde wird zuallererst die Zulaufbewirtschaftung umgesetzt. Diese Maßnahme führt grundsätzlich und damit auch bei allen Arbeiten an der biologischen Stufe zu einer Entlastung, da hier Abwasserspitzen zwischengespeichert und dosiert der Anlage zugegeben werden können (erledigt).

Die Rezirkulationsleitung entfällt. Sie wird zukünftig als Verbindungsleitung zum Spitzenlastausgleichsbecken genutzt. Aufgrund der Umstellung auf vollständig intermittierenden Betrieb ist die Leitung zukünftig nicht mehr erforderlich. In D1 und D2 kann auch zukünftig eine Denitrifikation des im Rücklaufschlamm enthaltenen Nitrates durchgeführt werden. Dazu kann das Rücklaufverhältnis nach Bedarf hochgefahren werden.

Im zweiten Schritt werden die jetzigen Vordenitrifikationsbecken umgebaut. Die Außerbetriebnahme dieser beiden Becken reduziert das Belegungsvolumen nur geringfügig. Nach Ausbau steht das Volumen jedoch bei den nachfolgenden Optimierungsschritten in den weiteren Becken auch als Nitrifikationsbecken zur Verfügung (erledigt).

Schließlich wird BB1 außer Betrieb genommen, geteilt und in zwei Schritten optimiert.

Dies geschieht ab 06.11.2012 (hier ist allerdings Wetterbedingt auch mit Unwägbarkeiten zu rechnen).

Stand 04/2013

Witterungsbedingt können wir die Optimierung von BB1 voraussichtlich erst Ende April fertigstellen. Die Vordenitrifikationskammern D1 und D2 sind umgebaut und befinden sich in Betrieb. Die Trennwand von BB1 ist ebenso fertiggestellt. Die maschinellen Einbauten von BB1.2 sind in Betrieb. Die Arbeiten für das Spitzenlastausgleichsbecken sind abgeschlossen, dieses ist in die Steuerung der Anlagen integriert.

1.3 Reihenfolge der Umbaumaßnahmen

1. Umbau Spitzenlastausgleichsbecken SAB, Rezileitung
Becken räumen, sanieren
Zwischenklärung leeren, säubern, freigraben
Bohrungen setzen
Rezileitung an Umlaufleitung Vorklärbecken anbinden



Umbau Fäkalschlammbewirtschaftung
Verbindungsleitung Fäkalschlammleitung zu den Filtratspeichern

Maßnahme vollständig realisiert

2. Umbau D1
D1 leeren, säubern
Belüftung installieren, Belüftungsleitung verlängern, eventuell Anbindung an
Belüftungsstrang BB2/3

Maßnahme vollständig realisiert

3. Umbau D2
leeren, säubern
Belüftung installieren

Maßnahme vollständig realisiert

4. Trennung BB1
BB1 leeren, säubern
Trennwand betonieren, austrocknen lassen
Während die Bohrungen gesetzt werden, muss der Umlauf um Becken 1
geschlossen werden. Dann fehlt die Verbindung im Wasserweg von D2 nach BB2.

Maßnahme vollständig realisiert

5. Umbau BB1.1
Leitwände
Demontage Belüftung/Umwälzung
Belüftung

Maßnahme teilweise realisiert

6. Änderung Mikrosiebung
Einbau SAK-Messung

Maßnahme teilweise realisiert

7. Änderung Programmierung
projektbegleitend

Maßnahme teilweise realisiert (analog zum Stand der Umbaumaßnahmen)

8. Programmierung SPS, PLS, dies kann parallel zu den obigen Baumaßnahmen
umgesetzt werden.

Maßnahme teilweise realisiert (analog zum Stand der Umbaumaßnahme)

9. Umbau BB2.3/2.4
Leitwand
Belüftung, Drossel



Maßnahme noch nicht realisiert, Termin Ende April

10. Einbau Messungen

Maßnahme vollständig realisiert

11. Umbau Gebläsestation

Neues Gebläse, Kapazität angepasst an BB1

Ansaugleitung

Maßnahme noch nicht realisiert, ½ Jahr nach Inbetriebnahme (dient zur realistischen Bedarfsermittlung)

12. Inbetriebnahme – 15.06.2013 ohne neues Gebläse

Die o. g. Punkte werden bis 30.04.2013 fertiggestellt. Der Fertigstellungszeitpunkt für die genannten Baumaßnahmen dient auch als Grundlage für die Kostenaufstellung.



1.4 Abwasserzufluss

Qt	187,5 l/s	675 m3/h
Qm	400 l/s	1.440 m3/h
QRS	max. 400 l/s	

1.5 Festlegung der Frachten

Grundlage der Frachtermittlungen sind
Die Eigenüberwachung 2009, 2010
Die Benchmarking-Berichte 2009, 2010

Benchmarking 2009			
EZ	Bescheid		
kommunal	28075	EW	
industriell	16925	EZ	
Gesamt	45000	EGW	
Qt, mittel	64	l/s	
Qt, max	187,5	l/s	
Qm	400	l/s	
Analyse			
BSB5-85%			
CSB-85%	6738	kg/d	56.150 EW
TKN-85%	387	kg/d	35.182 EW
Pges-85%	68	kg/d	37.778 EW

Benchmarking 2010			
Analyse			
BSB5-85%		kg/d	- EW
CSB-85%	6.360	kg/d	53.000 EW
TKN-85%	387	kg/d	35.182 EW
Pges-85%	68	kg/d	37.778 EW

1.6 Beschreibung der Verfahrenstechnik

Im Folgenden werden die Verteilung der Stoffströme und die Aufteilung und Regelung der Luftmenge beschrieben.

Die Verteilung der Stoffströme bestimmt das Nährstoffangebot in den einzelnen Becken.

Die Verteilung der Luft auf die verschiedenen Becken und die zur Verfügung gestellte Luftmenge bestimmen die stattfindenden Reinigungsvorgänge, vor allem die Nitrifikation, Denitrifikation und biologische Phosphatelimination.

Grundlage der Reinigungsvorgänge ist die intermittierende Belüftung, bzw. intermittierende Denitrifikation. Ein Becken kann im aeroben oder im anoxischen Zustand betrieben werden. D1 und D2 durchlaufen auch anaerobe Vorgänge zur Intensivierung der biologischen Phosphatelimination. Befindet sich ein Becken im aeroben Zustand, ist dort über die Belüftung ein Sauerstoffsollwert einzuhalten. Im anoxischen Zustand wird nicht belüftet, hier finden lediglich Belüftungsstöße zur Durchmischung statt. Der Sauerstoff wird in dieser Phase über das gelöste Nitrat zur Verfügung gestellt.

Eine Lasteinstufung überprüft anhand der Parameter Ammonium, Leitfähigkeit und Energiebedarf der Gebläse den Belastungszustand der Kläranlage und passt das Regelverhalten hinsichtlich Belüftung und Abwasserverteilung an.

Über die Zyklen ist definiert, welcher Vorgang gerade in welchem Becken stattfindet. Die Zyklen wechseln nach einem Zeitprogramm. Durch den Wechsel von Zyklus A und Zyklus B werden abhängig von der Lasteinstufung bestimmte Becken belüftet oder nur durchmischt.



1.6.1 Wasserspiegel

Die Wasserspiegel werden in allen Becken konstant gehalten.

	Volumen	WT	hE	Anteil
D1	700	2,6	2,5	7%
D2	700	2,6	2,5	7%
BB1.1	1.850	4,8	4,7	27%
BB1.2	2.000	4,8	4,7	27%
BB2.1	875	2,6	2,5	9%
BB2.2	875	2,6	2,5	8%
BB2.3	875	2,6	2,5	8%
BB2.4	875	2,6	2,5	7%

1.7 Regelung

1.7.1 Lasteinstufung

Anhand der Parameter Ammonium, Leitfähigkeit und Energiebedarf der Gebläse wird der Belastungszustand der Kläranlage ausgewertet und eine Laststufe festgelegt.

Lasteinstufung über Ammonium

Ammoniummessungen befinden sich im Auslaufbereich der Becken 1.1, 1.2, und 2.4. Da die Becken 1.1 und 2.2, sowie die Becken 1.2 und 2.4 über die Zyklen im gleichen Modus betrieben werden, werden die zugehörigen Ammoniummessungen gemeinsam ausgewertet. Es wird der Mittelwert der jeweils im belüfteten Modus befindlichen Messungen in BB1 mit der Ablaufmessung gebildet.

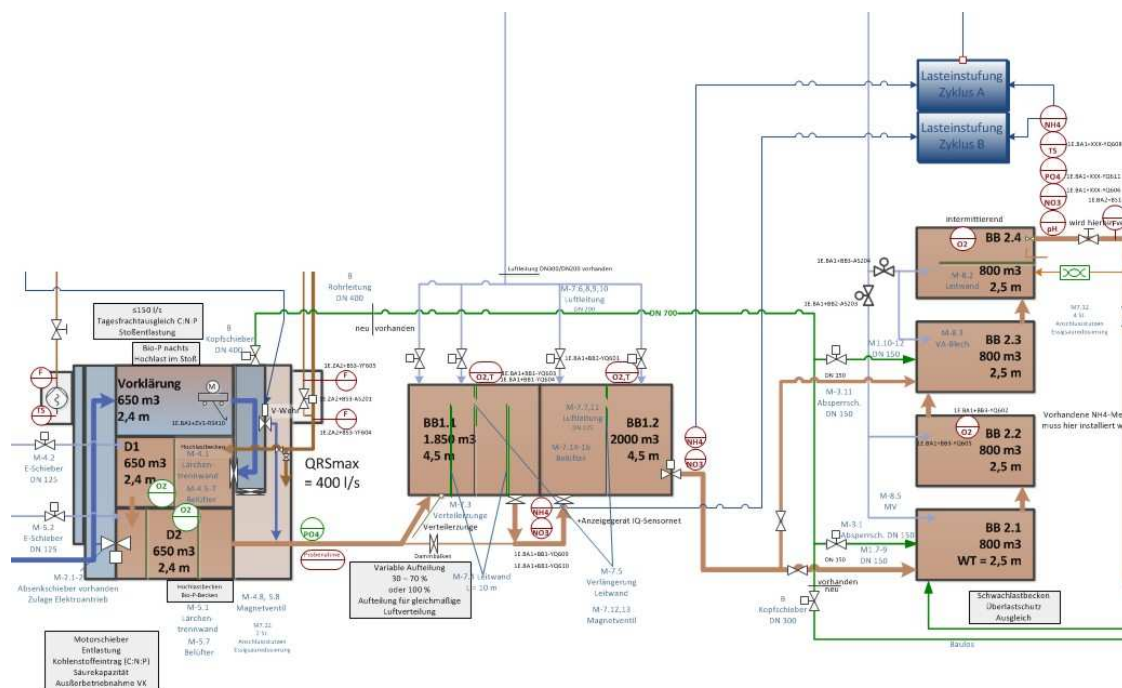


Abbildung 1: Messpaare Ammonium zur Lasteinstufung

Die Lasteinstufung geschieht immer über die Messungen derjenigen Becken, die sich gerade in der Belüftungsphase befinden.

Mittelwertbildung NH4-N ist zyklusabhängig Zyklus A Mittelwertbildung aus BB 1.1 und Ablauf NH4-N. Zyklus B Mittelwertbildung aus BB 1.2 und Ablauf NH4-N							
	NH4-N Min.	NH4-N Mittel	NH4-N Max.				
Modus	3		6	Freigabe Modus		Zyk.A in Min.	Zyk.B in Min.
Schwach	3,00	3,25	3,50			25	25
Eco	3,00	3,50	4,00	28	32	20	20
Standard	3,50	4,00	4,50			20	20
Last	4,00	4,50	5,00	40	42	20	20
Hochlast	4,50	5,00	5,50			15	15
O2 Modus	5,00	5,50	6,00	55	28	-	-

Tabelle: Lasteinstufung

Blaue Werte sind Eingabewerte

Grenzwerte Ammonium für die Lasteinstufung

In obiger Tabelle sind drei Komponenten der lastabhängigen Regelung enthalten.

1. Lasteinstufung anhand der Ammonium-Konzentration und Mittelwertbildung
2. Freigabe Modus, Überlagerte Überprüfung des aktuellen Energiebedarfes der Gebläse
3. Zykluszeiten, zugehörig zu den Laststufen

NH4-N Min ist der Lastsprung zur nächsttieferen Laststufe

NH4-N Max ist der Lastsprung zur nächsthöheren Laststufe

NH4-N Mittel hat für die Lasteinstufung keine Bedeutung

In der Spalte NH4-N max wird einfach für den Bereich vom Startwert, hier 3 mg/l bis zum Höchstwert, hier 6 mg/l ein Raster aus gleichen Intervallen für die sechs Laststufen berechnet.

$$NH4 - N_{Max(i)} = NH4 - N_{i-1} + \frac{(Höchstwert(6) - Startwert(3))}{6} \quad \frac{mg}{l}$$

$$NH4 - N_{Min(i)} = NH4 - N_{Max(i)} - 0,5$$

In der obigen Vorlage wird ein Wertebereich von 2 mg/l – 6 mg/l der Ammoniumkonzentration abgebildet.

Die Wertepaare zu den Laststufen sind Ein- und Ausschaltpunkte.

Es gilt für die gesamte Anlage, also auch für beide Gebläsegruppen immer eine Laststufe.



Lasteinstufung Energie

Überlagert wird die Lasteinstufung durch eine Überprüfung des Energiebedarfes der Gebläse. Auch hier sind einstellbare Ein- und Ausschaltpunkte angegeben. Ein Sprung in die nächste Laststufe wird nur dann freigegeben, wenn auch der Energiebedarf der Gebläse innerhalb des dort angegebenen Intervalls liegt.

Zykluszeiten

Innerhalb jeder Laststufe gelten feste Zykluszeiten. Diese Zeiten können eingestellt werden. Üblicherweise gelten für beide Zyklen A und B gleiche Zeiten. Es ist jedoch möglich, unterschiedliche Zeiten einzugeben.

1.7.2 Zyklen

Nitrifikation und Denitrifikation bzw. belüftete und unbelüftete Phasen in den Becken sind zeitgesteuert. Jedem Zyklus sind Becken zugeordnet, die belüftet oder nur durchmischt werden.

Legende

	Intermittierender Betrieb
	Zyklus belüftet
	Zyklus A belüftet
	Zyklus B belüftet
	Zyklus A intermittierend
	Zyklus B intermittierend

Unbelüftet bedeutet in den Becken BB1 und BB2 immer anoxisch und Umwälzung durch Stoßbelüftung.

In den Becken D1 und D2 können während der unbelüfteten Phasen auch anaerobe Zustände auftreten.

Beispiel Lastfall Standard, Eco

Belüftung

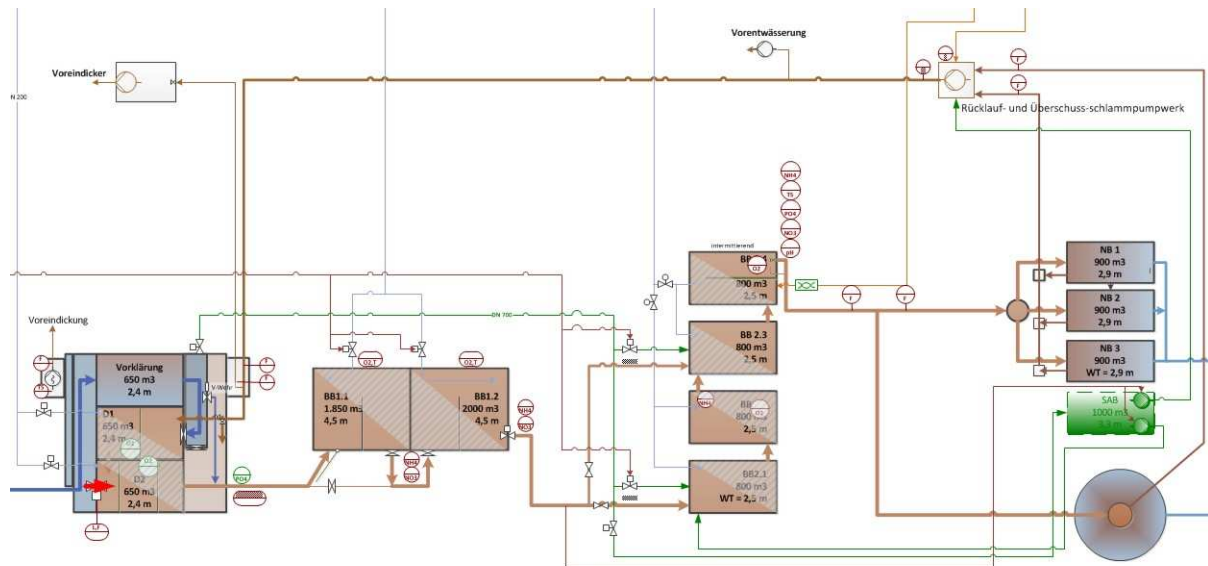


Abbildung 2: Übersicht Belebungsbecken, Aufteilung Zyklen, Lasteinstufung Standard

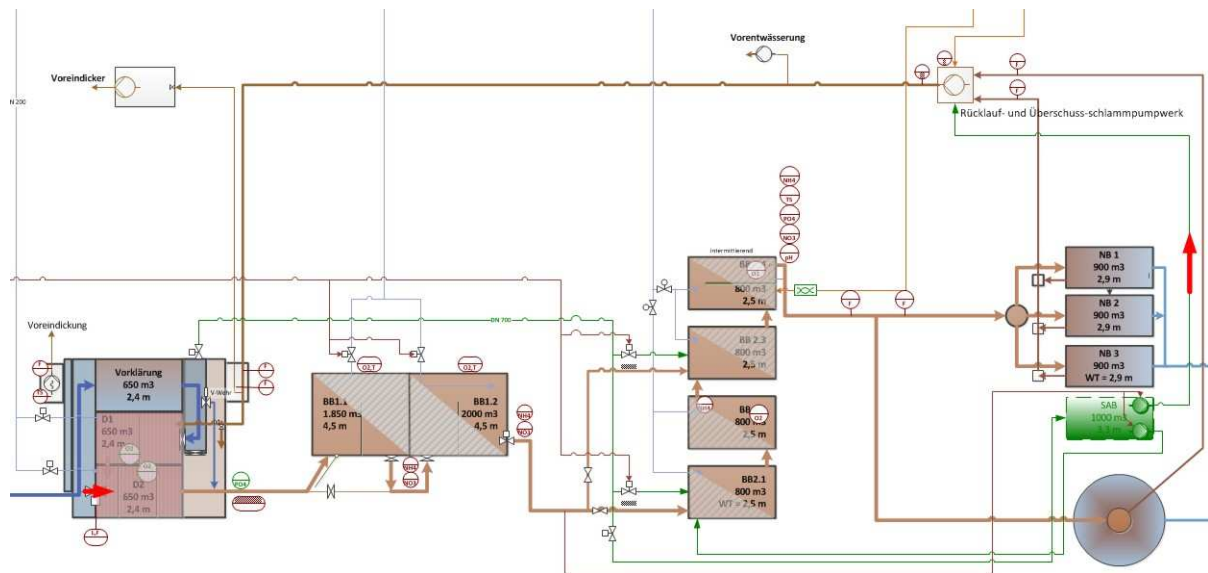


Abbildung 3: Übersicht Belebungsbecken, Aufteilung Zyklen, Lasteinstufung Eco

Bei der Lasteinstufung „Standard“ werden die schraffierten Becken D1, BB1.1, BB2.1, BB2.2 im Zyklus A belüftet. Die Becken D2, BB1.2, BB2.3, BB2.4 sind unbelüftet.

Im Zyklus B werden die Zustände in den Becken gewechselt.

Gleiches gilt für den Lastfall Eco, hier sind jedoch die Regelparameter verändert.

Die Becken D2, BB1.2 und BB2.3, BB2.4 sind im Zyklus A unbelüftet.

Die Becken D1, BB1.1 und BB2.1, BB2.3 sind im Zyklus B unbelüftet.

Spitzenlastausgleichsbecken

Im Standardmodus wird weder in das SAB, noch aus dem SAB gefördert.

Im Ecomodus werden 15 l/s aus dem SAB in das RLS-Pumpwerk gefördert.

Lastfall O2, Hochlastmodus

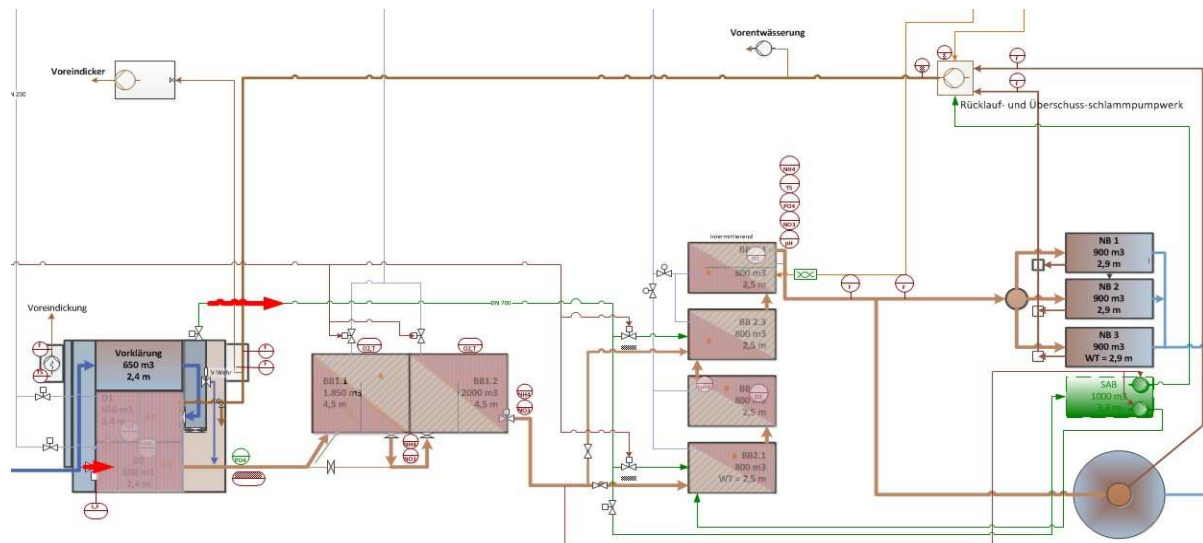


Abbildung 4: Übersicht Belebungsbecken, Aufteilung Zyklen, Lasteinstufung O2, Hochlast

Beim Lastfall O2 werden die Becken D1, D2 in beiden Zyklen intermittierend betrieben.

BB1.1 wird im Zyklus B intermittierend betrieben

BB1.2 wird im Zyklus A intermittierend betrieben.

BB2.1, BB2.2 im Zyklus B intermittierend betrieben.

BB2.3, BB2.4 werden im Zyklus A intermittierend betrieben.

Die Becken BB1.2 und BB2.3, BB2.4 sind im Zyklus A unbelüftet.

Spitzenlastausgleichsbecken

Im O2-Modus werden 100 l/s in das SAB eingeleitet.

Im Hochlastmodus werden 70 l/s in das SAB eingeleitet.

Lastmodus

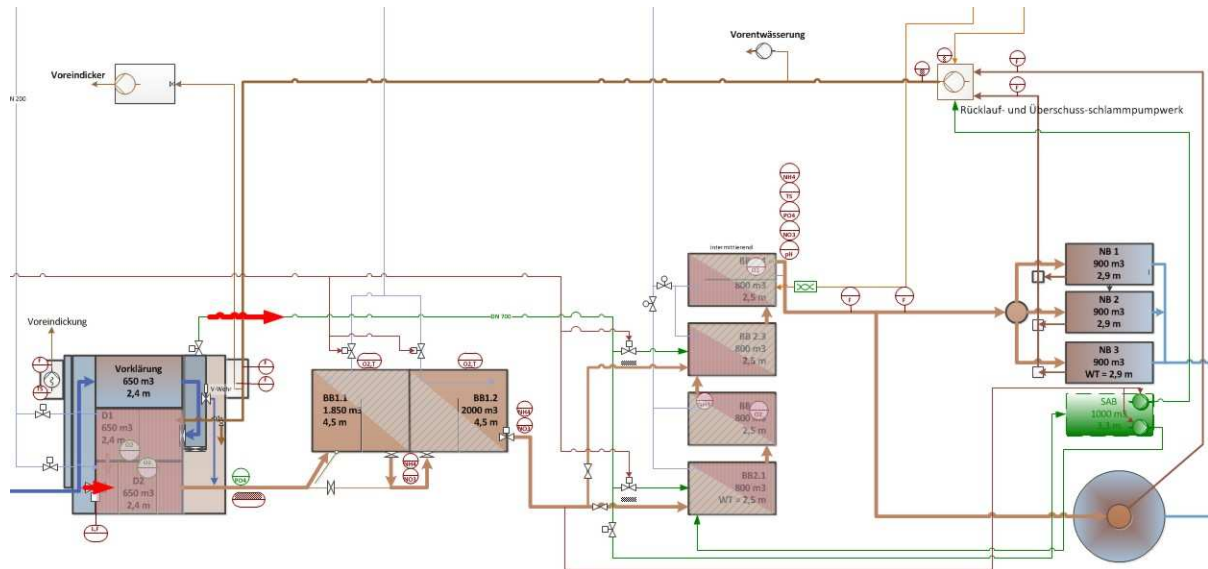


Abbildung 5:

Übersicht Belebungsbecken, Aufteilung Zyklen, Lasteinstufung Lastmodus
Die schraffierten Felder zeigen die Phasen des intermittierenden Betriebes.

Beim Lastfall Eco werden die Becken D1, D2 in beiden Zyklen intermittierend belüftet.

BB1.1 wird im Zyklus A belüftet

BB1.2 wird im Zyklus A unbelüftet betrieben.

BB2.1, BB2.2 im Zyklus A intermittierend, im Zyklus B unbelüftet betrieben.

BB2.3, BB2.4 werden im Zyklus A unbelüftet, bzw. mit Stoßbelüftung zur Umwälzung und im Zyklus B unbelüftet betrieben.

Die Becken BB1.2 und BB2.3, BB2.4 sind im Zyklus A unbelüftet.

Die Becken BB1.1 und BB2.1, BB2.3 sind im Zyklus B unbelüftet.

Spitzenlastausgleichsbecken

Im Lastmodus werden 15 l/s in das SAB eingeleitet.

Schwachlastmodus

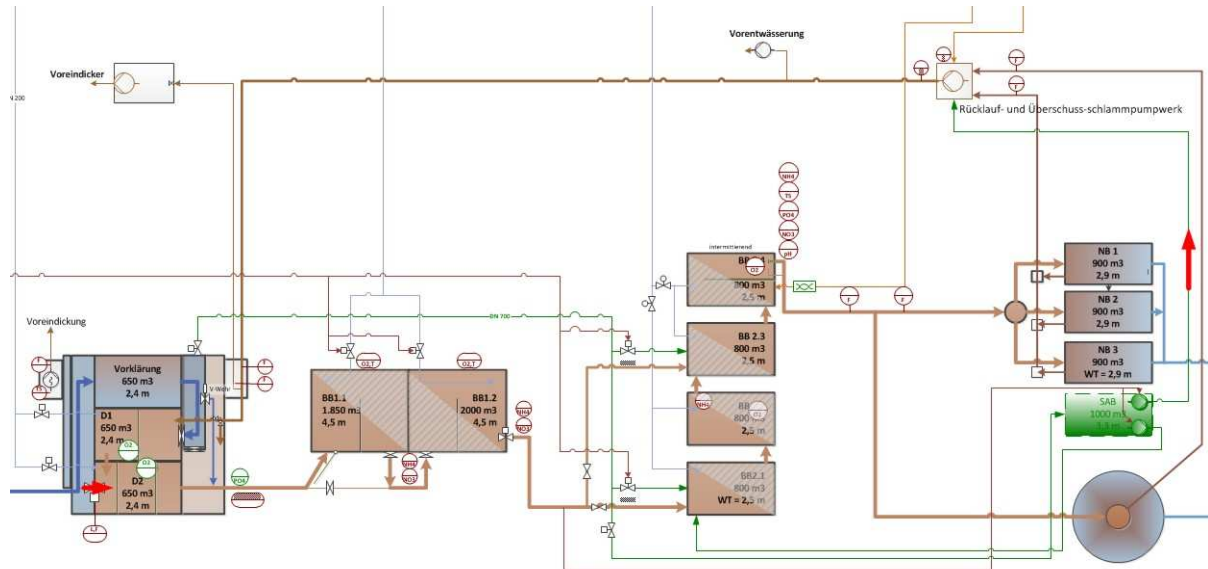


Abbildung 6:

Übersicht Belebungsbecken, Aufteilung Zyklen, Lasteinstufung Schwachlast
Die schraffierten Felder zeigen die Phasen des intermittierenden Betriebes.

Bei Schwachlast werden die Becken D1, D2 in beiden Zyklen nicht belüftet.

BB1.1 wird im Zyklus A belüftet

BB1.2 wird im Zyklus A unbelüftet betrieben.

BB2.1, BB2.2 im Zyklus B belüftet.

BB2.3, BB2.4 werden im Zyklus A unbelüftet betrieben.

Die Becken BB1.2 und BB2.3, BB2.4 sind im Zyklus A unbelüftet.

Die Becken BB1.1 und BB2.1, BB2.3 sind im Zyklus B unbelüftet.

1.7.3 Regelung der Belüftung

Nach Umbau der Belüftungseinrichtungen in den Becken und Umstellung der Verfahrenstechnik wird die Kapazität der Gebläse anhand der sich im Betrieb einstellenden Gebläsekapazität überprüft. Die Gebläse werden dann in einem zweiten Bauabschnitt gegebenenfalls neu dimensioniert und teilweise ausgetauscht.

Für die Belüftung sind 5 Gebläse vorhanden. Zwei Gebläse sind Gebläsestraße 1 zugeordnet. Zwei Gebläse sind Gebläsestraße 2 zugeordnet. Das fünfte Gebläse dient als Reserve.

Gebläsestraße 1 belüftet Belebungsbecken 1, bestehend aus den zwei Kammern BB1.1 und BB1.2.

Gebläsestraße 2 belüftet D1,D2 und Belebungsbecken 2, bestehend aus den Kammern BB2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

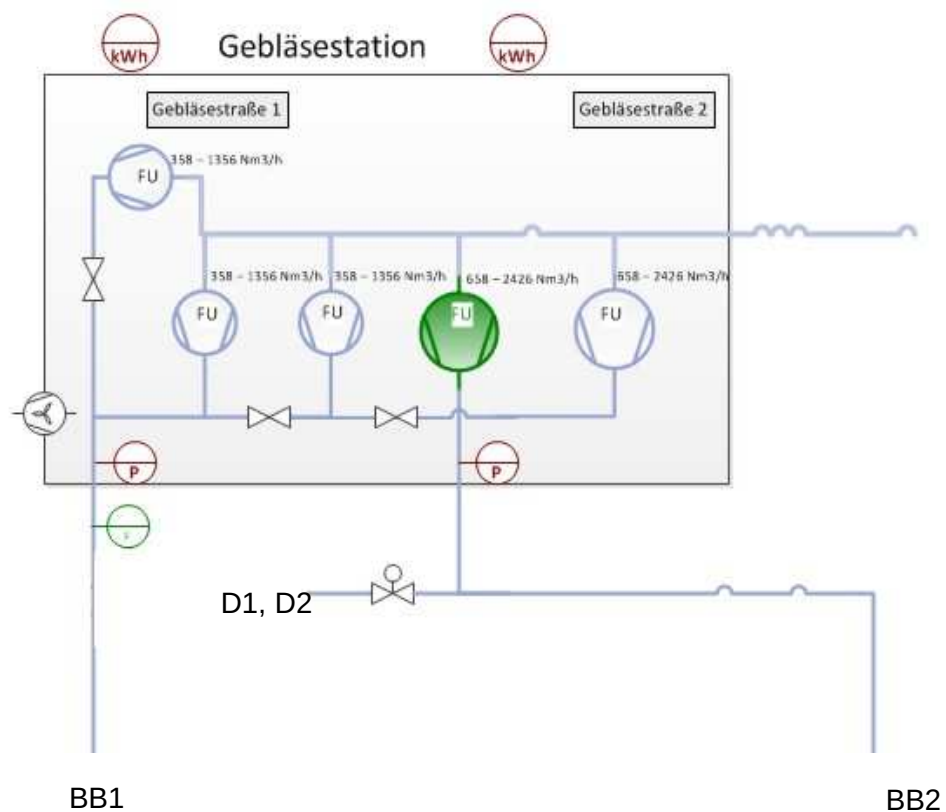


Abbildung 7: Gebläsestation und Zuordnung der Luftleitungen

Für beide Gebläsestraßen werden für die Instandhaltung der Belüfter Reinigungsintervalle und Enlastungsmechanismen in die Installation und Regelung integriert.

Aufteilung der Luftmengen im Normalbetrieb

					Endausbau (SF = 1,67)		Grundlast (fC,fN=1, SF = 1)	
	Volumen	WT	hE	Anteil	kO2/h	Nm³/h	kO2/h	Nm³/h
D1	670	2,60	2,50	8%	34,8	704,4	31,5	639
D2	665	2,60	2,50	8%	34,5	698,7	31,3	634
BB1								
BB1.1	1.811	4,70	4,55	21%	93,9	983,1	85,2	892
BB1.2	1.966	4,70	4,55	23%	101,9	1.066,8	92,5	968
						Grundlast BB1		1.860
BB2								
BB2.1	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.2	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.3	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.4	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
Volumen gesamt	8.600			100%	446	7.118,4	405	6.458

Druckentlastung

Nach jeder Belüftungsphase sind die Belüfter vom anstehenden Luftdruck zu entlasten. Dazu sind in den Luftverteilerleitungen an den geeigneten Stellen Magnetventile eingebaut. Von den Magnetventilen führen Entlüftungsschläuche in das Becken bis auf die Installationsebene der Belüfter. Dadurch wird erreicht, dass die Membranbelüfter bis auf ihren Umgebungsdruck am Installationsort entlasten. Zur Druckentlastung werden die Magnetventile nach jeder Belüftungsphase geöffnet, bis keine Luft mehr entweicht. Die dafür erforderliche Zeitspanne ist über das Leitsystem einstellbar.

Es werden Magnetventile, wie von Messner empfohlen, das heißt ohne Umgehung, eingesetzt.

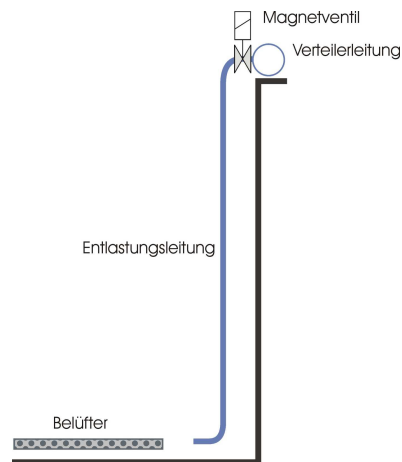


Abbildung 8: Ausblashöhe Entlastungsventil

Reinigungszyklen

Täglich werden die Belüfter kurzzeitig hoch beaufschlagt. Dadurch findet eine mechanische Ablösung von Ablagerungen von den Membranen statt.

Folgende Parameter sind einstellbar:

- Gebläsefrequenz
- Auswahl der Gebläse für den Reinigungsstoß
- Uhrzeit
- Länge des Druckstoßes
- Pause zwischen den Druckstößen
- Anzahl der Druckstöße

Empfohlen werden zwei Druckstöße je. 5 Minuten mit einer Pause von 2 Minuten.

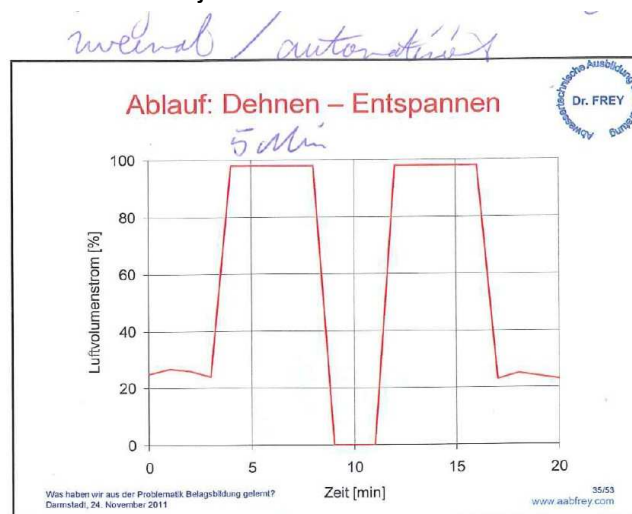


Abbildung 9



Impulsbetrieb

Während der unbelüfteten Phasen muss der Belebtschlamm durch Belüftungsimpulse in Schwebe gehalten werden. Die Parameter der Impulsbelüftung sind über das Prozessleitsystem einstellbar.

Geltungsbereich	Zyklus A	Zyklus B	N in Min.	DN in Min
Schwachlast	BB 1.2	BB 1.1	1	12,5
Ecomodus			1	10
Standard			1	10
Geltungsbereich	Schwachlast	Ecomodus	Standard	

Geltungsbereich	Zyklus A	Zyklus B	A und B	N in Min.	DN in Min
Standard	BB2.3/2.4	BB2.1/2.2	D1 D2	1	10
Last		Stellung BRS in %		1	10
Hochlast	60	70	0	1	7,5
	BB 2.3 ein	BB 2.1 ein	el.zuschaltbare Belüfter aktiv		
Geltungsbereich	Standard	Last	Hochlast		

Der Geltungsbereich wird über ein Menü im Prozessleitsystem aktiviert.

Sauerstoffsollwert

Der Sauerstoffsollwert wird für in Abhängigkeit von der Lasteinstufung und der Ammoniumkonzentration NH₄-N Min der aktiven Laststufe gebildet. Der Basiswert des O₂-Faktors ist einstellbar. Aus diesem Basiswert wird für jede Laststufe und jede Gebläsestraße ein O₂-Faktor errechnet.

Die Berechnung ist z.B. für Gebläsestraße 1, Schwachlast

$$\text{O}_2\text{-Faktor}(i) = \text{O}_2\text{-Faktor (Start)} + 0,01$$

$$\text{O}_2\text{-Faktor(Schwachlast)} = 0,155 + 0,01 = 0,165 \text{ mg/l}$$

Ein- und Ausschaltunkte werden mit dem O₂-Faktor gebildet.



Gebläsestraße 1

Die beiden Gebläse der Gebläsestraße 1 versorgen BB1.1, BB1.2 mit Druckluft. Die Regelung geschieht direkt über das Zeitprogramm der Zyklen und eine Sauerstoff-Sollwertregelung.

Gebläsestrasse 1						
Modus	O2 Faktor	O2 Soll im Min.	O2 Soll im Mittel	O2 Soll Max	Energie Max O2 Mittel	Energie Min. O2 Mittel
	0,155					
Schwach	0,165	0,50	0,54	0,58		0,63
Eco	0,165	0,50	0,58	0,66		0,68
Standard	0,155	0,54	0,62	0,70	0,46	0,74
Last	0,155	0,62	0,70	0,78	0,52	0,83
Hochlast	0,155	0,70	0,78	0,85	0,58	
O2 Modus	0,155	0,78	0,85	0,93	0,63	
Energie Anlage Limit KW Max				125	-0,04	
Energie Anlage Limit KW Min				90		0,03

Gebläsestraße 2

Drei Blendenregulierschieber verteilen die Luft auf die Becken D1, D2 und BB2.1, BB2.2 sowie BB2.3, BB2.4.

Gebläsestrasse 2					
Modus	O2 Faktor	O2 Soll im Min.	O2 Soll im Mittel	O2 Soll Max	Energie Max O2 Mittel
	0,17			Energie Max Limit in KW	
					125
Schwach			0,5		-0,04
Eco			0,6		
Standard	0,17	0,60	0,68	0,77	0,52
Last	0,155	0,62	0,70	0,78	0,52
Hochlast	0,145	0,65	0,73	0,80	0,53
O2 Modus	0,14	0,70	0,77	0,84	0,55

***die Energieeinstufung klären

KA Blümelstal: Blockschema Belüftung

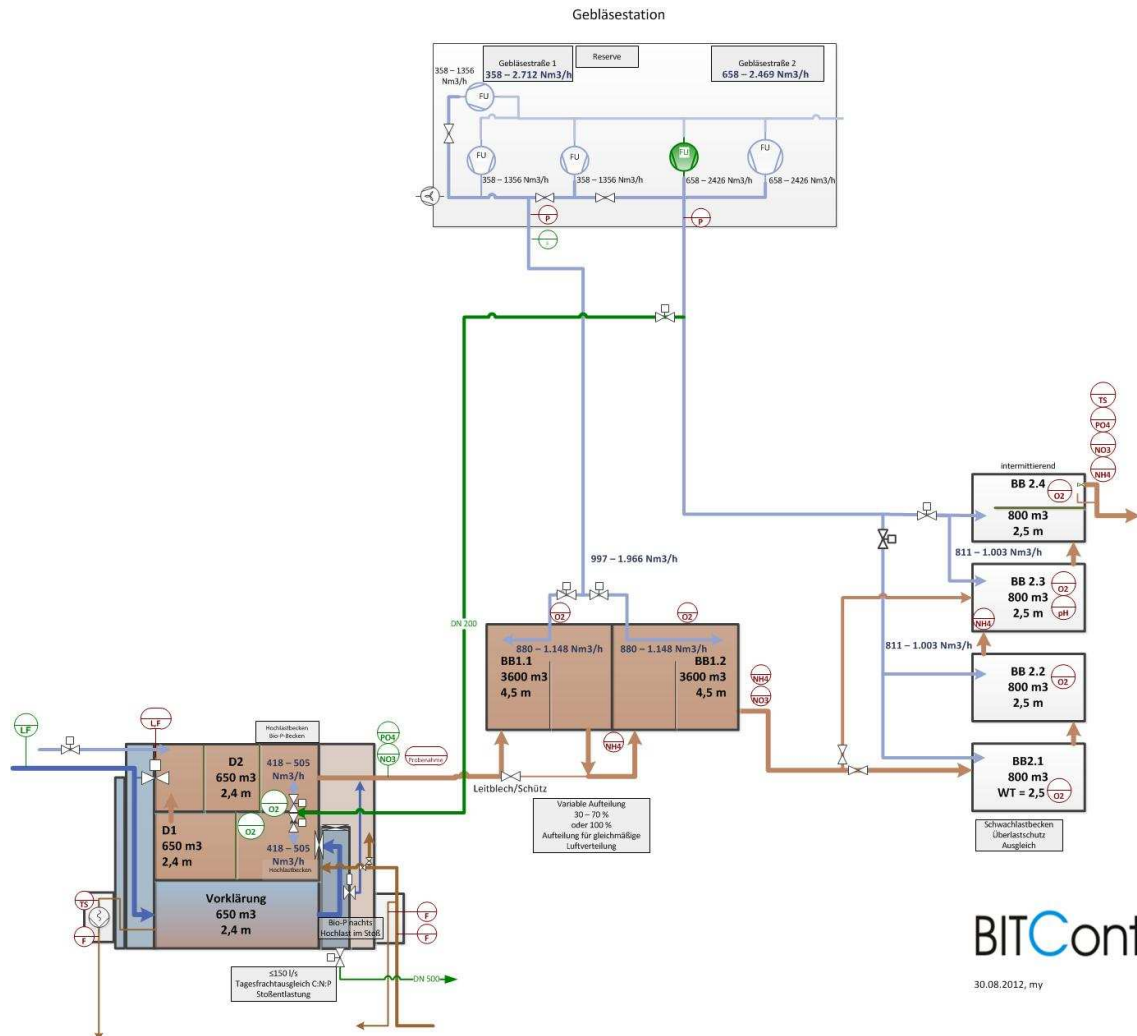


Abbildung 10

Für die Gebläsestraße 2 soll eine Gleitdruckregelung programmiert werden.

Im Unterschied zur Konstantdruckregelung soll mit der Gleitdruckregelung vermieden werden, dass das Belüftungssystem bei einem zu hohen Druck betrieben wird. Dies erreicht man, indem immer der am weitesten geöffnete Schieber als relevanter Regelschieber ausgewählt wird. Dort wird die meiste Luft benötigt und der Druck ist dort am größten. Es wird in der Regel ein maximaler Öffnungsgrad von 80 % empfohlen. Ist eine höhere Luftmenge erforderlich, wird der Systemdruck erhöht, bei niedrigerer Luftmenge wird der Systemdruck abgesenkt.



Führungsbecken für Gebläseanforderung

Gebläsestraße 1

unterteilt in: **Normalbetrieb**

Geltungsbereich	Führungsbecken für Gebläseanforderung		
	Zyklus A	Zyklus B	
Schwachlast	BB 1.1	BB 1.2	Vorwahl
Ecomodus	BB 1.1 ein	BB 1.2 ein	el.zuschaltbare Belüfter ein / aus
Standard	BB 1.1 aus	BB 1.2 aus	
Geltungsbereich	Standard	Ecomodus	Schwachlast

und in **Lastbetrieb**

Geltungsbereich	Führungsbecken für Gebläseanforderung		
	Zyklus A und B		
Lastmodus	BB 1.1	BB 1.2	Vorwahl
Hochlast	BB 1.1 ein	BB 1.2 ein	el.zuschaltbare Belüfter ein / aus
O2 Modus	BB 1.1 aus	BB 1.2 aus	
Geltungsbereich	Last	Hochlast	O2 Modus

Der O2 Wert wird im Führungsbecken eingestellt. Im Lastbetrieb wird das zweite Becken über Elektroklappen eingestellt

Gebläsestraße 2

unterteilt in: **Normalbetrieb**

	Führungsbecken für Gebläseanforderung			
	Zyklus A	Zyklus B	Außerbetriebnahme BB2.1,2 /2.3,4	
Vorwahl	BB2.1/2.2	BB2.3/2.4	D1/D2 als Ersatz	
el.zuschaltbare Belüfter aktiv	BB 2.1 ein	BB 2.3 ein		
	BB 2.3 aus	BB 2.1 aus		
Geltungsbereich	Standard	Last	Hochlast	

Ablauf:

Sauerstoffsollwert wird im Führungsbecken über Gebläseanpassung einreguliert

Blendenregulierungsschieber gleichen aus

Zyklus A

BB 2.1/2.2 mit D1/D2

Zyklus B

BB 2.3/2.4 mit D1/D2



und im: **Intermittierenden Betrieb**

	Führungsbecken für Gebläseanforderung		
Vorwahl	BB2.1/2.2	BB2.3/2.4	
Maxwert ein Gebläse	40	Hz Gebläse	
Schwachlast	BB 1.1 ein	BB 1.2 ein	el.zuschaltbare Belüfter ein / aus
Ecomodus	BB 1.1 aus	BB 1.2 aus	
Geltungsbereich	Schwachlast	Ecomodus	

Im Schwachlast - Ecomodus gilt die Begrenzung auf ein Gebläse Max.mit vorgegebener Frequenz.
Die O2 Regelung erfolgt nach O2 Sollwert siehe oben
Der Sauerstoffsollwert im Führungsbecken hier 2.1/ 2.2 wird über +/-Anpassung am
Blendenregulierungsschieber D1/D2 einreguliert (als Ersatz für die Gebläseanpassung)
Blendenregulierungsschieber BB 2.1/2.2 und BB 2.3/2.4 gleichen aus

Sauerstoffmodus (Dauerbetrieb)

Ein Gebläse 50Hz wird angefordert, die Luftverteilung erfolgt wie in Schwach,Ecomodus bis im
Dauerbetrieb die Begrenzung Gebläsestrasse 1(2 Gebläse z.B. 45Hz) die Freigabe für das zweite
Gebläse Gebläsestrasse 2 erteilt.

Danach wird der Sauerstoffsollwert im Führungsbecken 2.1/ 2.2 über +/-Anpassung Gebläse 2
eingeregelt alternativ Festwert 2 Gebläse (45 Hz).

Blendenregulierungsschieber BB 2.1/2.2, BB 2.3/2.4 und D1 D2 gleichen aus

Alternativ Festwert Gebläse und O 2 Anpassung wie im Eco,-Schwachlastmodus

Festwert Gebläse O2 Modus	45	Hz 2 Gebläse
------------------------------	----	-----------------

Reicht der Sauerstoffeintrag nach 20 Min. immer noch nicht aus, werden alle 4 Gebläse auf 50Hz
maximale Leistung gefahren.

Begrenzung Frequenz

Die maximale Frequenz der Gebläse kann über das Prozessleitsystem eingestellt werden.

Begrenzung Gebläsestrasse 1 für Freigabe zweites Gebläse Gebläsestrasse 2		
Die Gebläsestrasse 1 ist grundsätzlich auf zwei Gebläse begrenzt außer siehe Gebläsestrasse 2		
Gebläsefrequenz	45	Hz 2 Gebläse

1.7.4 Manuelle Schaltungen

Über das Prozessleitsystem können verschiedene Funktionen zu- und abgeschaltet werden.

Zuschaltbare Belüfter

Belebungsbecken BB1.1 und BB1.2 können als in Zonen aufgeteilt betrachtet werden.

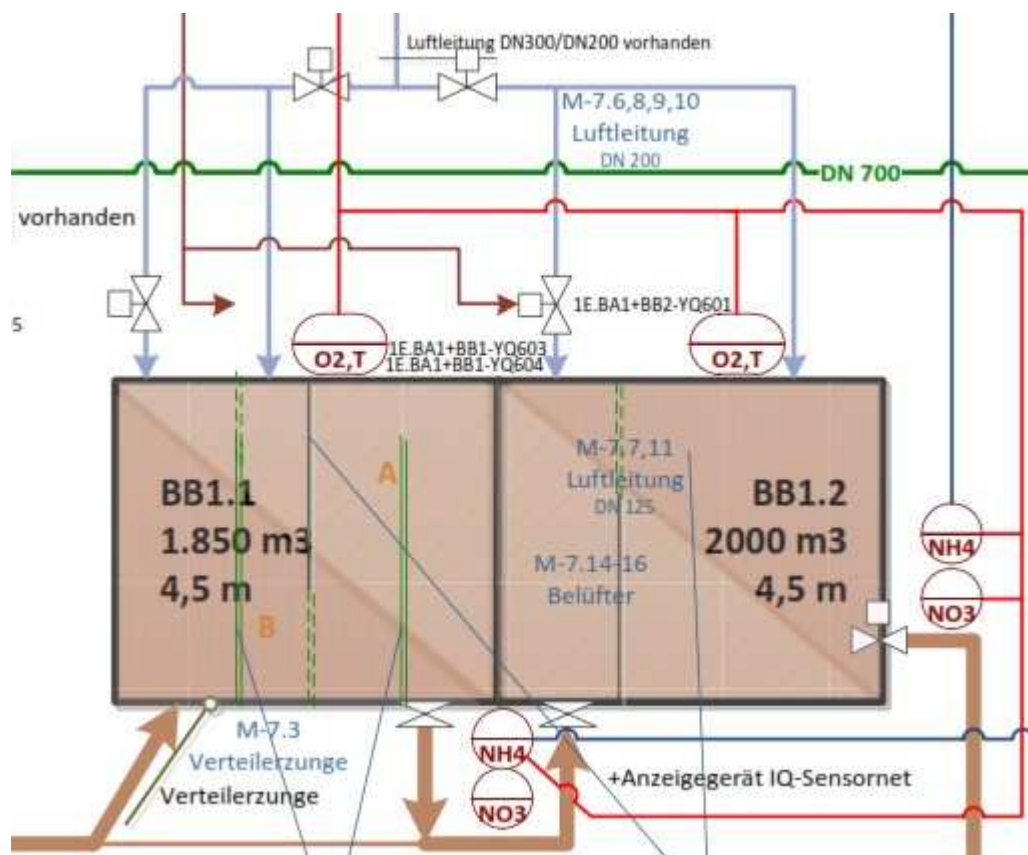


Abbildung 11: Absperrschieber Zonen

Für die Einlaufzone von BB1.1 und BB1.2 sind Absperrschieber vorgesehen mittels derer dieses Kammern zu- oder abgeschaltet werden können. Diese Zuschaltung geschieht über ein Menü im Prozessleitsystem.

1.7.5 Rücklaufschlammförderung

Rücklaufschlammführung	
RS Minimum	RS Max l/s
75	125
RV	RS Anteil NKB 4
0,35	0,55

Die Regelung der Rücklaufschlammförderung geschieht konventionell über das einstellbare Rücklaufverhältnis, mit Begrenzung der minimalen und maximalen Menge.

1.7.6 Phosphatfällung

Phosphatfällung		Ablaufmenge in l/s	
Istwert mg/l	1,4	150	
Zielvorgabe mg/l	0,8	Bio P Überwachung	
Grundlast l/h	6	Zeitintervall für delta P in Minuten	30
Pumpe Max l/h	50		
Stöchiometrischer Faktor	0,15	delta P für BioP Überwachung	ein
			0,75
Fällmitteldosierung in l/h	13,5		

aktiviert im Eco und Schwachlast modus den Nitrifikationszyklus der intermittierenden Belüftung

1.7.7 Zulaufbewirtschaftung

Umfahrung Vorklärung

Bewirtschaftung Zulauf D2 mit Rohabwasser			
Abflussmenge in l/s		l/s Schieber DN 300 in%	
0	45	4	3
45	70	6	5
70	100	8	10
100	150	10	12,5
150	250	12	15
250	300	20	20
300	400	40	50

nicht im Hochlast, Sauerstoffmodus und Schwachlastmodus



Zulauf D2 Rohabwasser Überlastschutz		
	mS	Schieber Bypass geöffnet in %
Hochlast	0,15	50
O2 Modus	0.175	60

Zulauf D2 Rohabw. Unterlastschutz		
Schwach lastmodus	kWh Gebläse	Schieber Bypass geöffnet in %
>	20	5
zwischen	Min und Max	25
<	13	50

1.7.8 Frachtbewirtschaftung

Spitzenlastausgleichsbecken

Beschickung SAB

Befüllung SAB über Stellung Befüllschieber in %					
	Schieber in %	Faktor Q Zul.	Füllstand SAB		Freigabe über Uhrzeit
			aus	ein	
Standard	5	0,050	40	35	10:00 - 18:00
Last	13	0,175	60	55	8:00 - 20:00
Hochlast	50	0,400	75	70	6:00 - 24:00
O2 Modus	100	0,425	100	95	0:00 - 0:00

Entleerung SAB

Entleerung SAB über Lasteinstufung							
Pumpe Zul. BB 2.1	Puls	Pause	Laufzeit	Pumpe zum RS	Puls	Pause	Laufzeit
Schwach	15	5	45,0	Schwach	5	5	30,0
Eco	15	5	45	Eco	5	5	30
Standard	0	30	0,0	Standard	0	15	0,0
Freigabe über Füllstand SAB	ein in %	aus in %	Freigabe über Uhrzeit	Freigabe über Füllstand SAB	ein in %	aus in %	Freigabe über Uhrzeit
Schwach	5	0	0:00 - 0:00	Schwach	20	15	0:00 - 0:00
Eco	10	5	0:00 - 0:00	Eco	30	25	22:00 - 6:00
Standard	35	30	22:00 - 6:00	Standard	40	35	02:00 - 6:00

Prozesswasserzugabe

Entleerung Prozeßwasser		Puls	Pause	Laufzeit/h	Modus
Freigabe über Uhrzeit	0:00 - 0:00	15	5	45	Schwach
	0:00 - 0:00	10	5	40	Eco
	22:00 - 6:00	5	10	20	Standard
keine Freigabe					Last Hochlast O2 Modus

Teilstrom BB1.2

Bewirtschaftung Zulauf BB2 aus Ablauf VK, 2 mal Schieber DN 150					
Abflussmenge in l/s	l/s		Schieber 2	l/s	
	Zulauf BB2.1		offen in %	Zul. BB 2.3 2.4	Schieber 1 offen in %
0	45	5	7,5	0	0
45	70	5	7,5	4	5
70	100	12,5	10	10	8
100	150	15	15	15	15
150	250	20	50	20	50
250	300	27,5	60	27,5	60
300	400	40	100	40	100



1.7.9 Nitratoptimierung (Rührwerke)

Nitratoptimierung Bio 2			
Nitratopt. ein	5	Nitratopt. Aus	3
Rührwerk BB2.1 ZyklusB		Rührwerk BB2.2./2.3 ZyklusA	
Puls	Pause	Puls	Pause
10	5	10	5

1.8 Beschreibung der Umbaumaßnahmen

1.8.1 Umbau Spitzenlastausgleichsbecken SAB, Rezileitung

Das ehemalige Nachdenitrifikationsbecken wurde zum Spitzenlastausgleichsbecken (SAB) umgebaut. Um das Abwasser vom Vorklärbecken aus in das SAB zu leiten, wurde die vorhandene Rezirkulationsleitung umgebaut. Die Rezirkulationsleitung ist nun an das Vorklärbecken angebunden.

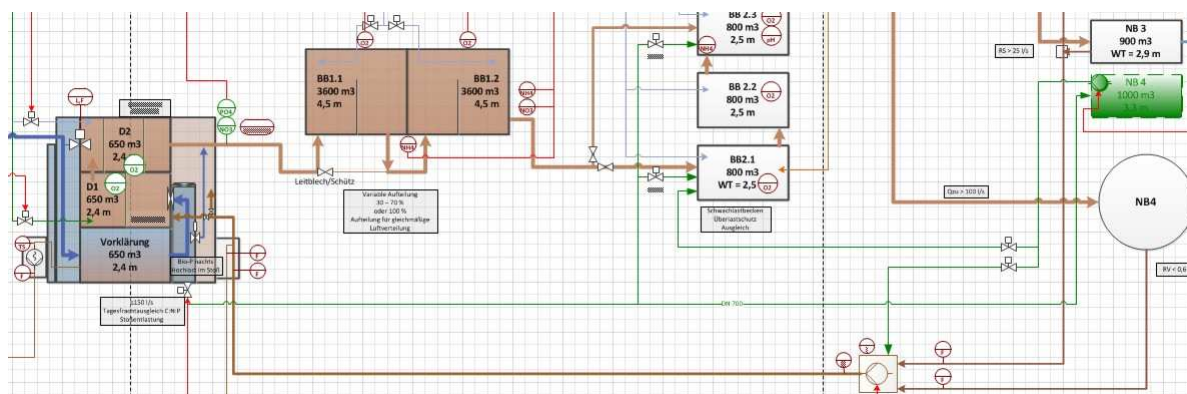


Abbildung 12

Leitungsbeginn VKB

Einbindeort ist der jetzige Einbindeort der Bypassleitung Vorklärung. Die Bohrung wurde für DN 500 erweitert.

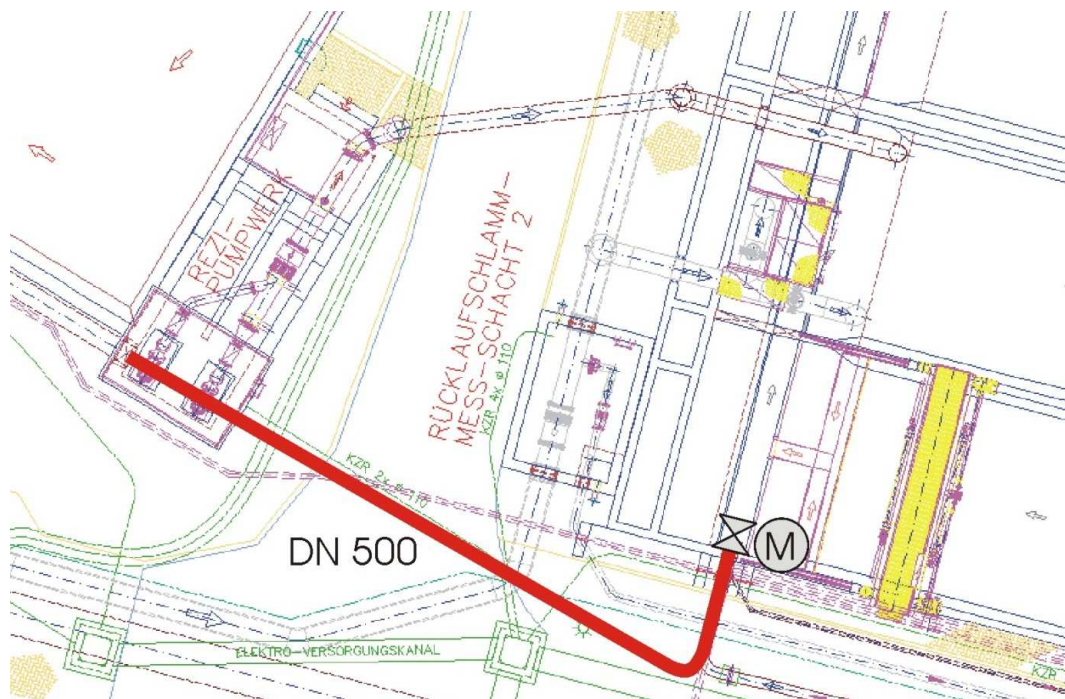


Abbildung 13: Rezirkulationsleitung in das SAB

Leitungsführung zwischen BB1, BB2 zum SAB

Im Kanalsystem zwischen BB1 und BB2 wurde die Rezirkulationsleitung angepasst. Sie wurde bis zum SAB verlängert. Ebenso wurde im Zuge dieser Maßnahme das SAB saniert.

1. Ehemaliges Nachdenitrifikationsbecken saniert und Entleerungspumpe eingebaut.
2. Rezirkulation wurde außer Betrieb genommen
Die biologische Stufe wird intermittierend betrieben. In D1 und D2 wird das Nitrat aus dem Rücklaufschlamm denitrifiziert und die biologische P-Elimination intensiviert, als auch Abwasser nitrifiziert und Kohlenstoff abgebaut.

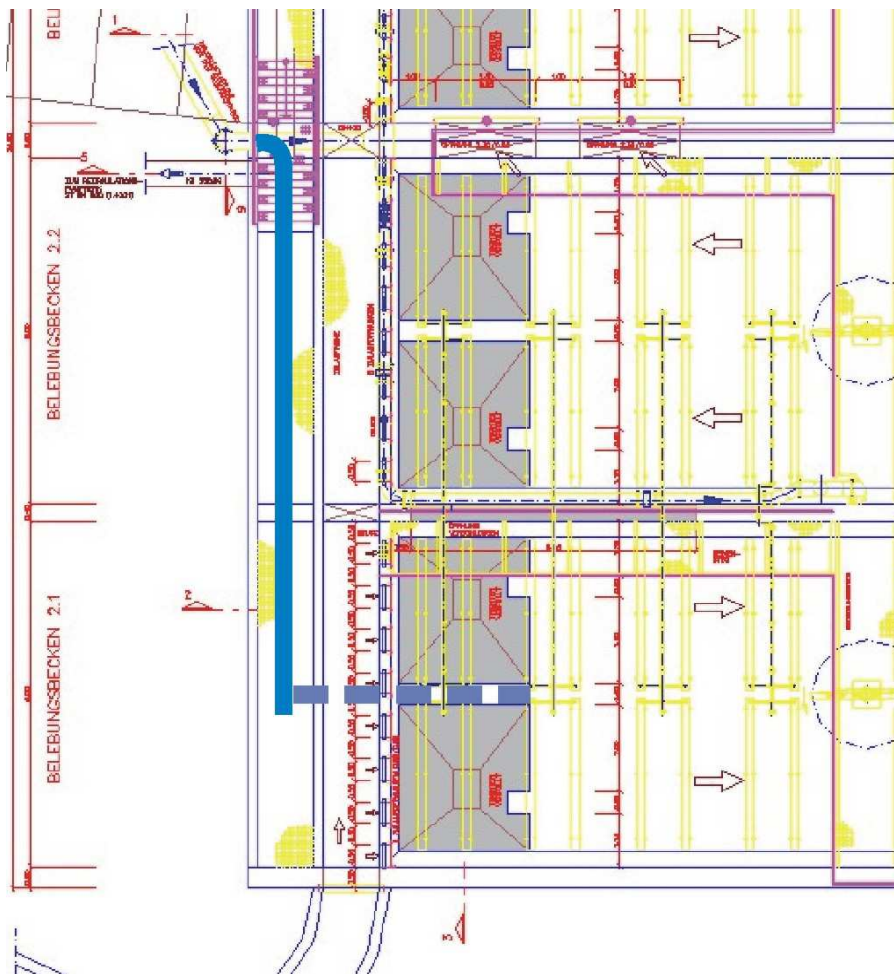


Abbildung 14: Verbindungsleitung VKB – SAB, Anbindung an Schacht BB2

Rohrleitung: Material V2A, DN 500

Mengenmessung

Zur Mengenmessung wird die Niveaumessung im SAB genutzt. Anhand der Wasserspiegeländerung über die Zeit kann die zulaufende Menge ermittelt werden.

SAB-Entleerung

Zur Entleerung wurden zwei Pumpen in den vorhandenen Trichter im SAB eingebaut. Eine Pumpe fördert in die Rinne der Rücklaufschlammführung NKB 1-3. Das zwischen gespeicherte Abwasser wird gemeinsam mit dem Rücklaufschlamm zur Biologie gefördert. Die zweite Pumpe fördert direkt in das darüber liegende BB2.1.

Es ist zu beachten, dass bei Entleerung des SAB die Rücklaufschlammförderung entsprechend der Förderkapazität der Entleerungspumpe anpasst. Die Förderkapazität der

Entleerungspumpe beträgt ca. 15 l/s.

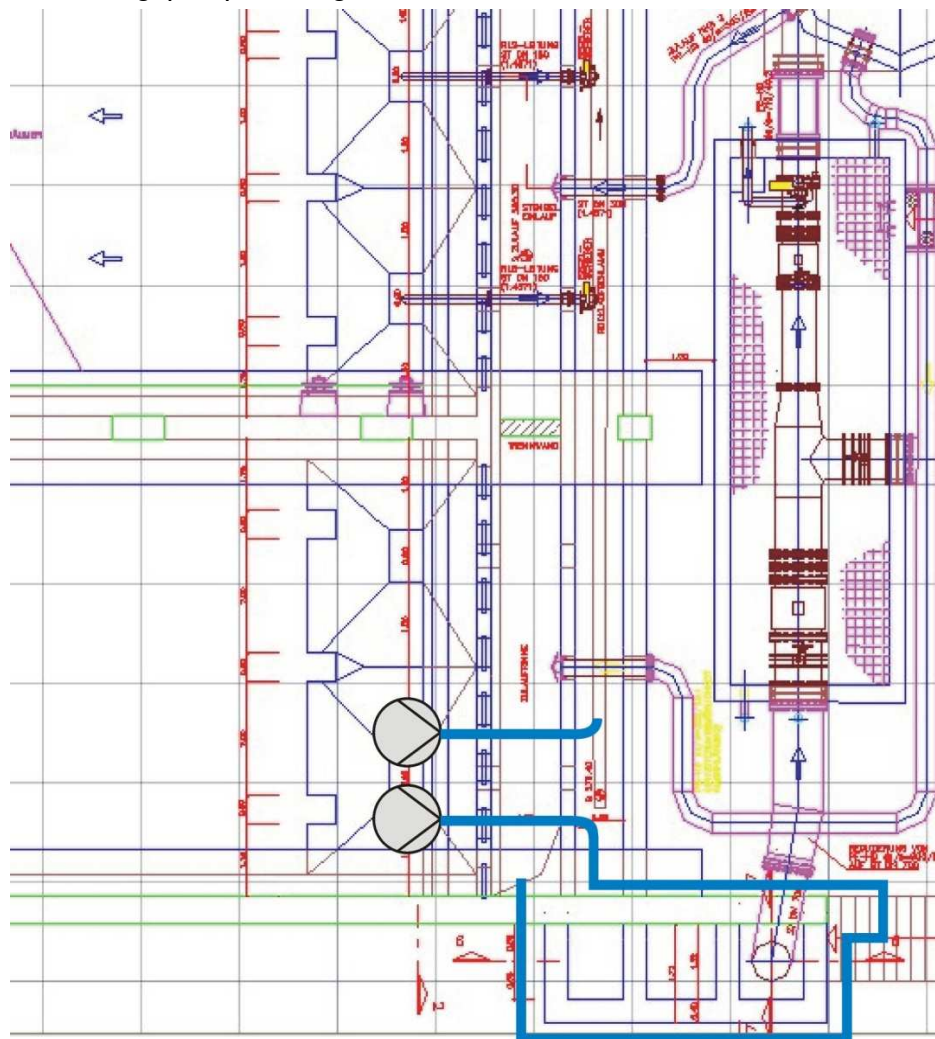


Abbildung 15: Entleerung SAB

1.8.2 Umbau D1, D2

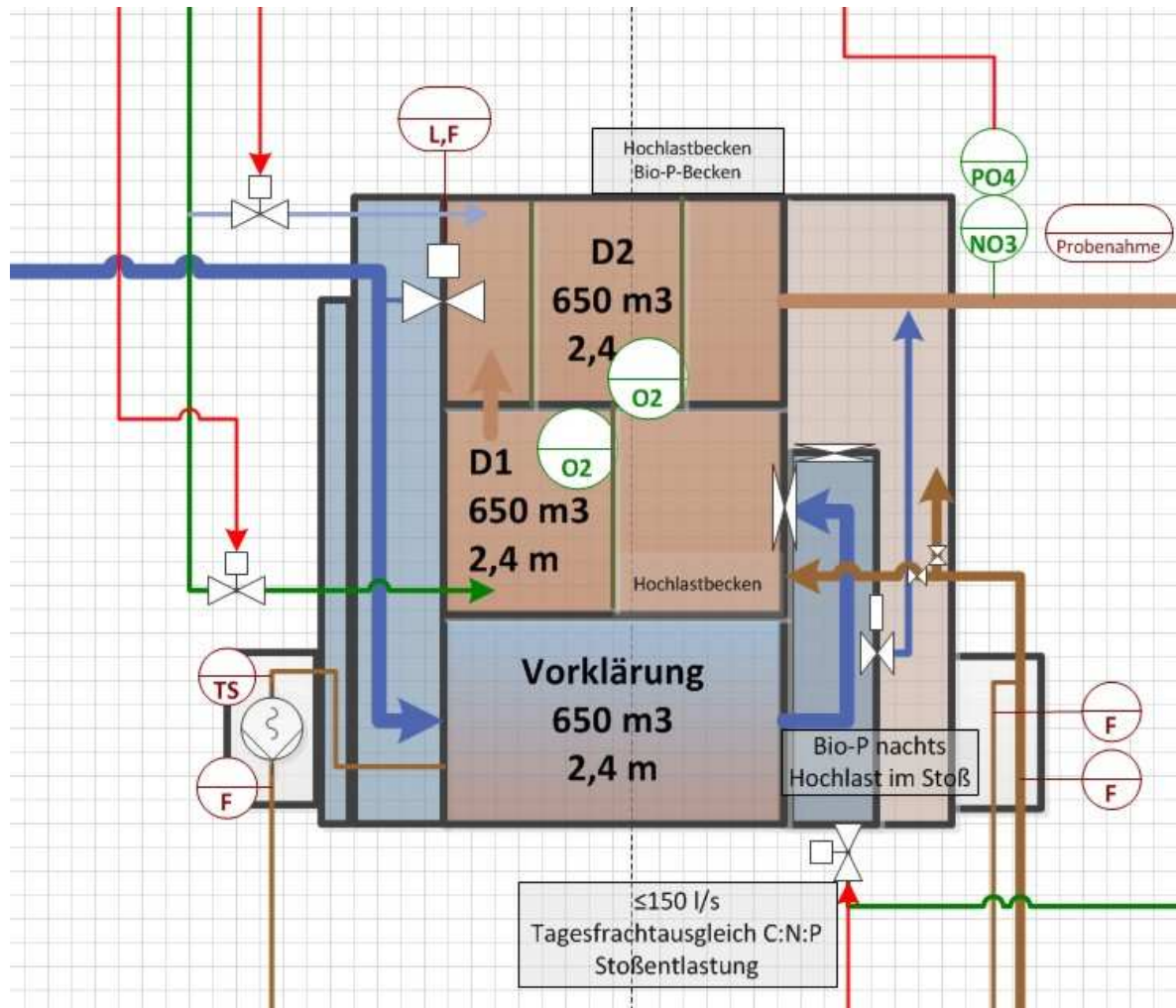


Abbildung 16

D1 und D2 sind mit einer Druckluft-Belüftungseinrichtung und Trennwänden versehen



Bypassleitung VKB

Die vorhandene Bypassleitung um das VKB entfällt. In den Zulauf zu D2 wird ein Absenkschieber eingebaut. Über diesen steuerbaren Absenkschieber kann der Zulauf direkt D2 zugeführt werden.

Luftverteilung D1/D2 und BB2

Der Wasserspiegel in D1 und D2 wird um ca. 10 cm angehoben. Damit ergibt sich ein nahezu gleicher Wasserstand in D1, D2 und BB2.

	Volumen	WT	hE
D1	700	2,6	2,5
D2	700	2,6	2,5
BB2.1	875	2,6	2,5
BB2.2	875	2,6	2,5
BB2.3	875	2,6	2,5
BB2.4	875	2,6	2,5

Somit lässt sich die Luft über Blendenregulierscheiber von einer gemeinsamen Gebläsestation auf die Becken verteilen.

Luftmenge nach D1, D2 im Standardbetrieb

$$\begin{aligned} Q_{L\text{-Standard, D1,D2}} &= 1.273 \text{ Nm}^3/\text{h} \\ &= 1.425 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$Q_{L\text{-komprimiert}} = 1.135 \text{ m}^3/\text{h}$$

Erforderliche freier Rohrdurchmesser

$$D_{\text{min}} = 183 \text{ mm}$$

$$\text{Gewählt} \quad \text{DN 200}$$

KA Blümeltal: Blockscheema Belüftung

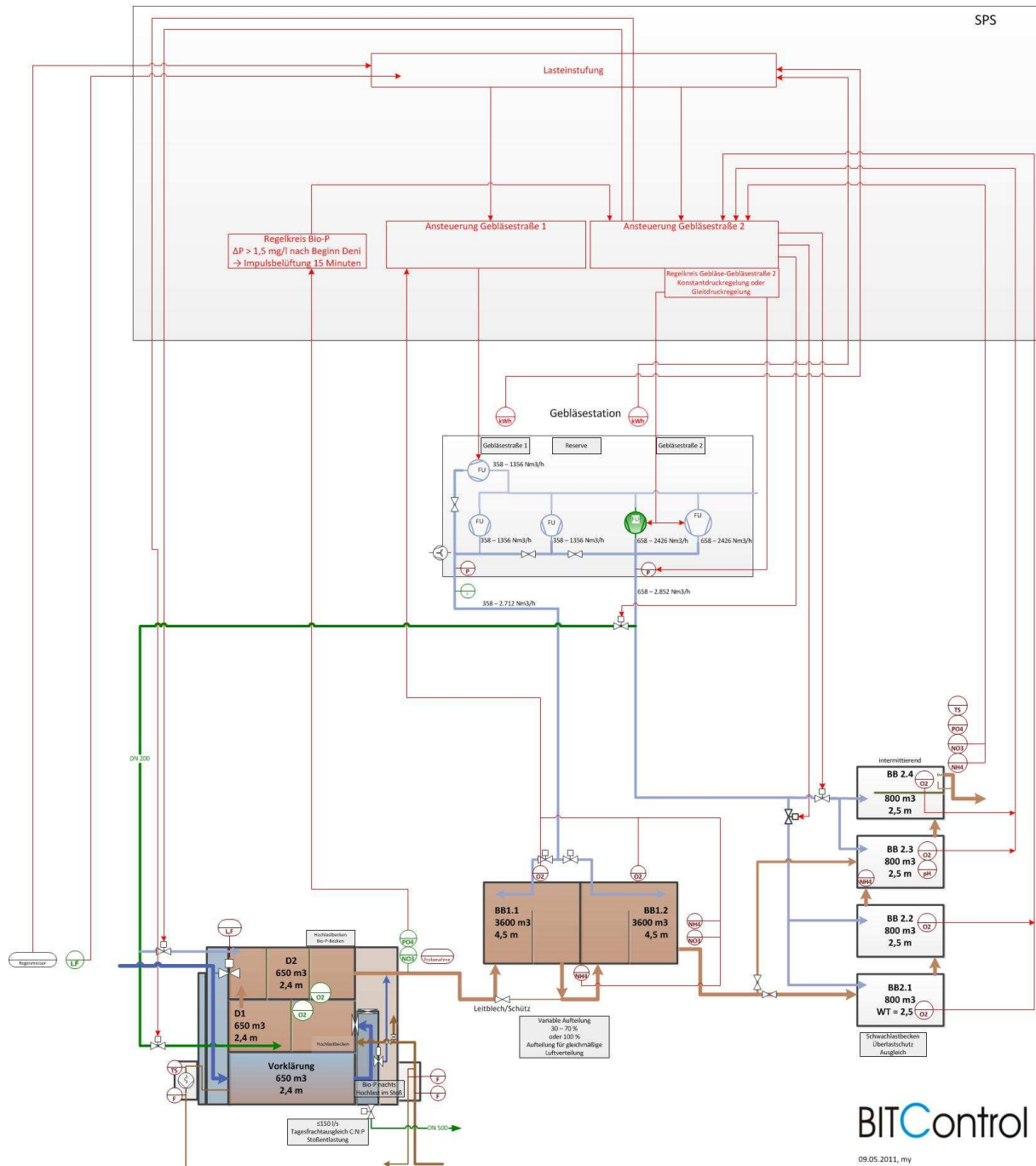


Abbildung 17



Abbildung 18 Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.: Verlauf der Luftleitung von der Gebläsestation zu D1, D2

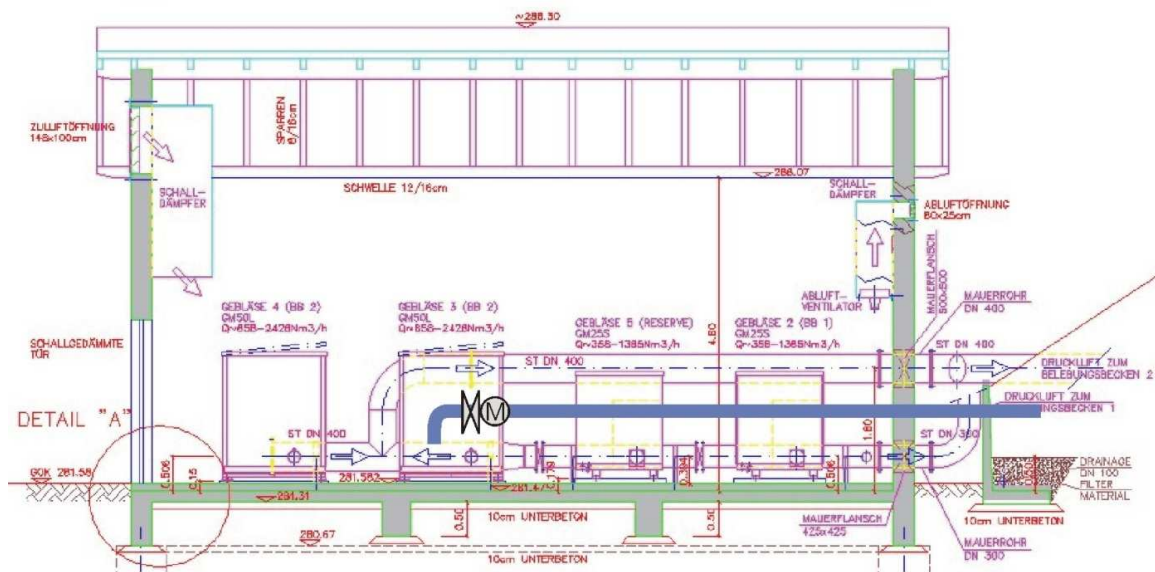


Abbildung 19: Gebläsestation mit neuer Luftleitung

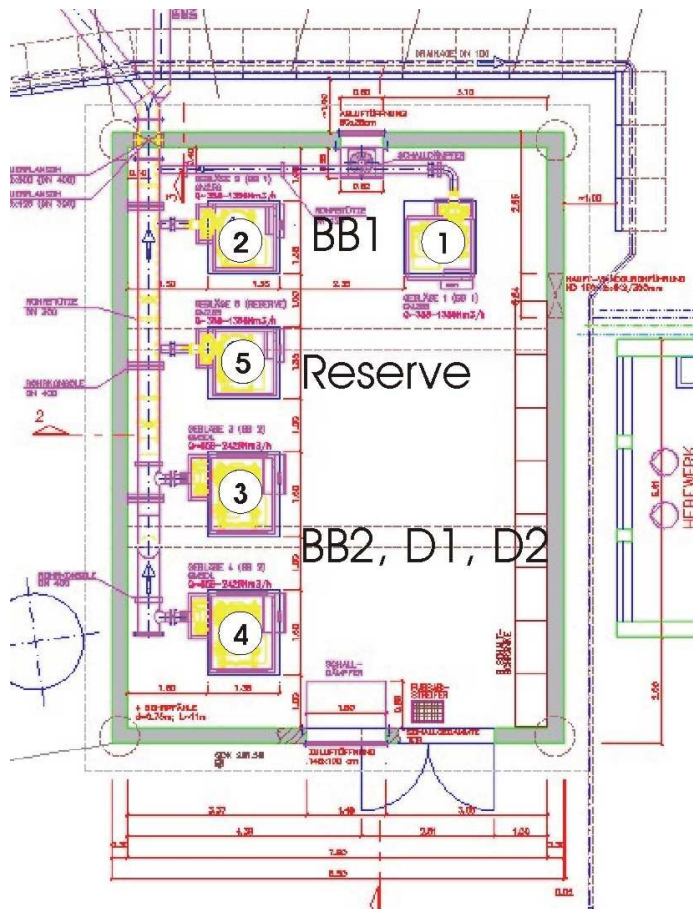


Abbildung 20: Gebläsestation Draufsicht

Gebläse 1	nach BB1, soll getauscht werden Hier wird ein neues hocheffizientes Gebläse für die Grundlast BB1 aufgestellt. Voraussichtliche Dimensionierung auf ca. 2.000 m3/h Die Gebläsekapazität wird rechnerisch nachgewiesen.
Gebläse 2	BB1, jetzt ca. 1.300 m3/h
Gebläse 3	BB2
Gebläse 4	BB2
Gebläse 5	Reserve, umschaltbar auf BB1 oder BB2, D1, D2

Die Luftleitung für D1, D2 wird an die Luftleitung BB2 angeschlossen. Zur Luftverteilung dient ein Blendenregulierschieber.

Material Luftleitung V2A

Die Luftleitung muss dimensioniert werden.

An D1 und D2 muss die Luftleitung so ausgeführt und ausgerüstet werden, dass die beiden Becken automatisch unabhängig voneinander mit Luft versorgt werden können.

1.8.3 Umbau BB2.4

BB2.4 wird so umgebaut, dass die Strömung im hinteren Bereich in das Belebungsbecken eingeleitet wird. Da sich der Auslauf dieses Beckenteiles ebenfalls im hinteren Bereich befindet, wird das Becken mit einer Leitwand ausgerüstet, so dass das Abwasser durch das ganze Becken geführt wird.

Für die Umbauarbeiten müssen die Beckenteile BB 2.3 und BB 2.4 geleert werden.

Dazu sind die Durchlässe nach BB2.3 zu schließen

Der Auslauf von BB2.2 zur Ablaufrinne kann über Dammbalken geöffnet werden.

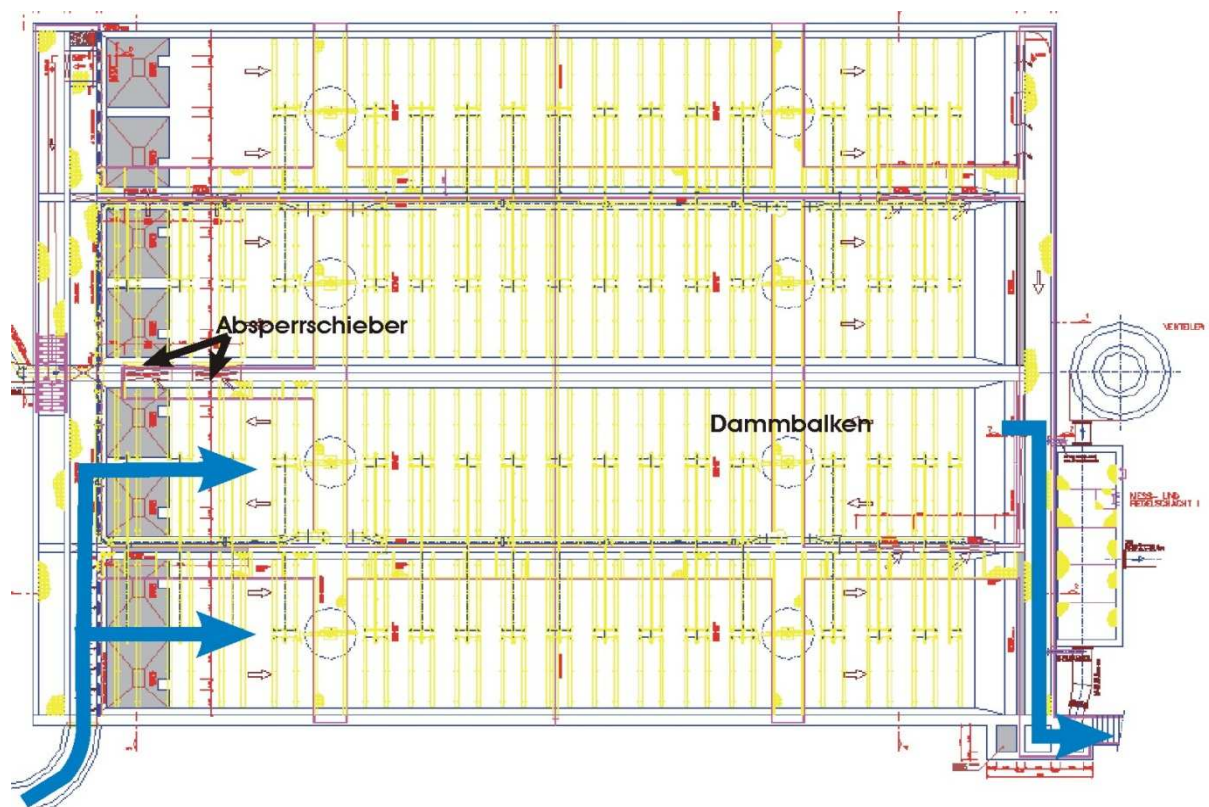


Abbildung 21: Abwasserführung bei Umbau BB2.3, BB2.4

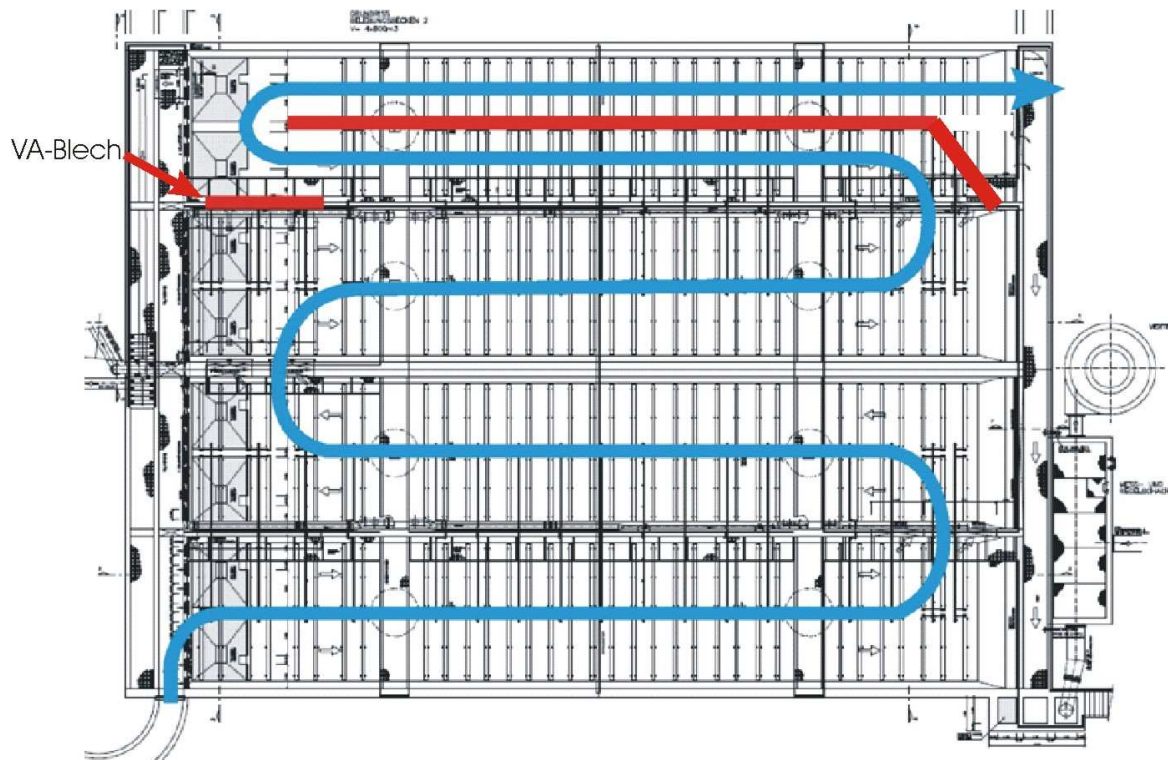


Abbildung 22: BB2, Strömungsführung nach Umbau

BB2.3 und BB2.4 leeren, säubern

Verbindung BB2.2 nach BB2.4 im vorderen Bereich schließen. Dazu wird eine Metallplatte als Verschluss an den Durchlässen angebracht.

Trennwand einbauen

Die Trennwand aus Lärchenholz wird zwischen den vorhandenen Belüftern eingebaut. An den Luftleitungen werden Aussparungen in die Holzbohlen geschnitten.



Abbildung 23: Beispiel Lärchenholz-Trennwand

1.8.4 Trennung BB1

Belebungsbecken 1 ist die größte nicht teilbare Einheit der biologischen Stufe. In BB1 soll eine flächige Belüftung installiert werden. Um die flächige Belüftung wirtschaftlich umzusetzen wird das Becken BB1 geteilt. Dadurch entstehen zwei Beckenteile, die getrennt voneinander außer Betrieb genommen werden können. Eine Beckenentleerung führt dann nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der biologischen Stufe, so dass auf die Heraushebbarkeit der Belüfter verzichtet werden kann.

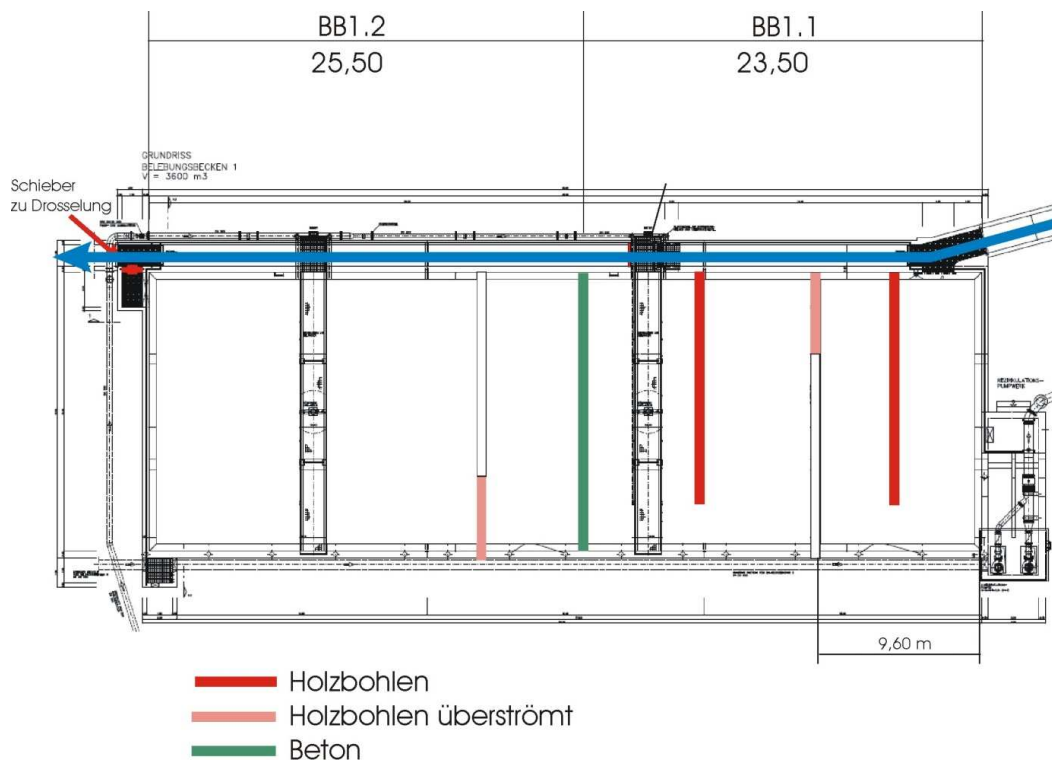


Abbildung 24: BB1, Umbauten außer Belüfter

BB1 leeren, säubern

Trennwand betonieren, austrocknen lassen

Verschluss Ablauf in den Drosselschacht über Dammbalken

In den Ablauf von BB1 wird eine überströmbare Platte eingebaut.

1.8.5 Durchbrüche BB1

Um BB1.1 und BB1.2 getrennt außer Betrieb nehmen zu können, ist in jedem Becken ein Durchbruch erforderlich. Die Durchbrüche werden auf je. 800 l/s bemessen. Als Absperrorgane werden Absperrschieber entsprechend den Absperrschiebern zwischen BB2.2 und BB2.3 eingesetzt.

Während der Ausführung wird das Abwasser-Rücklaufschlamm-Gemisch von D2 nach BB2 über fliegende Leitungen gepumpt.



Abbildung 25: Beckentrennung BB1

1.8.6 Umbau BB1.1

Die Schieber zu BB1.1 und BB1.2 sind geschlossen. Das Abwasser wird durch die Umlaufrinne von D2 direkt nach BB2 geführt.

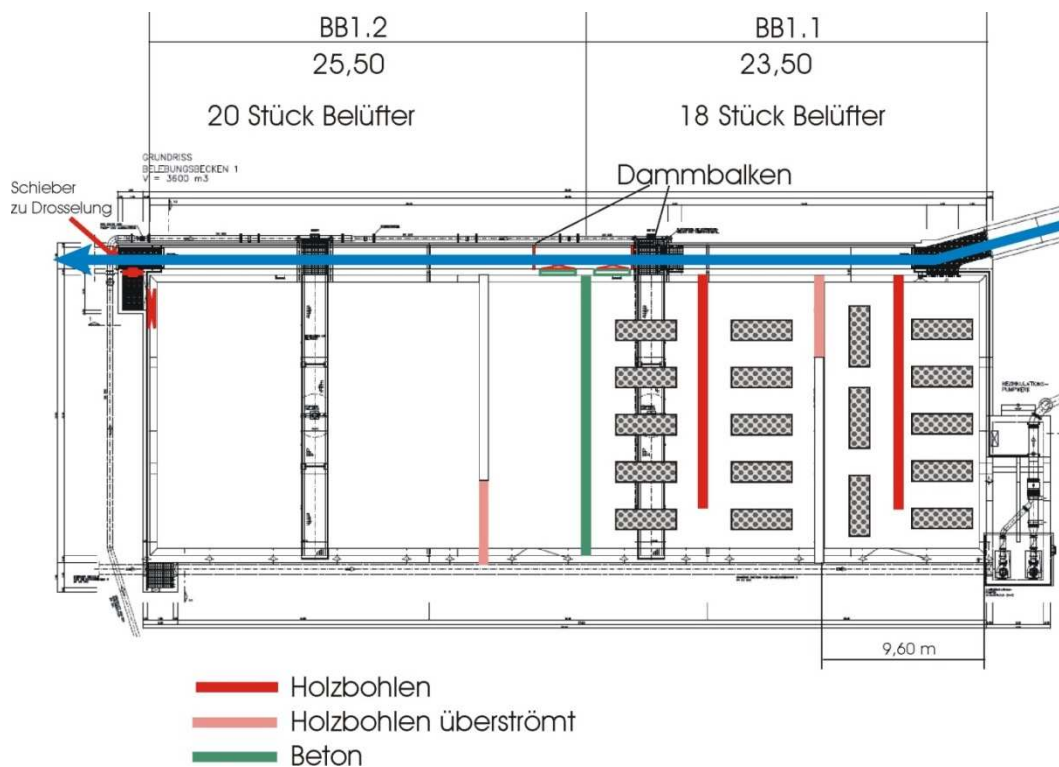


Abbildung 26: Umbau BB1.1

Belüftung installieren

1.8.7 Umbau BB1.2

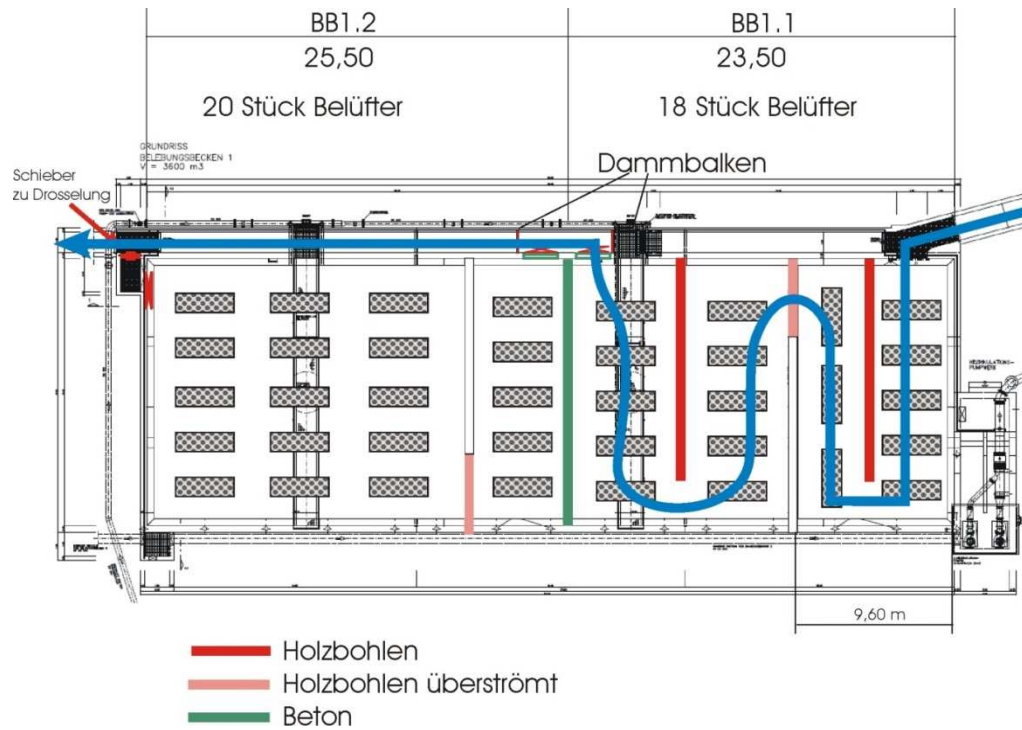


Abbildung 27: Außerbetriebnahme/ Umbau BB1.2

Belüftung, Drossel, statischer Mischer

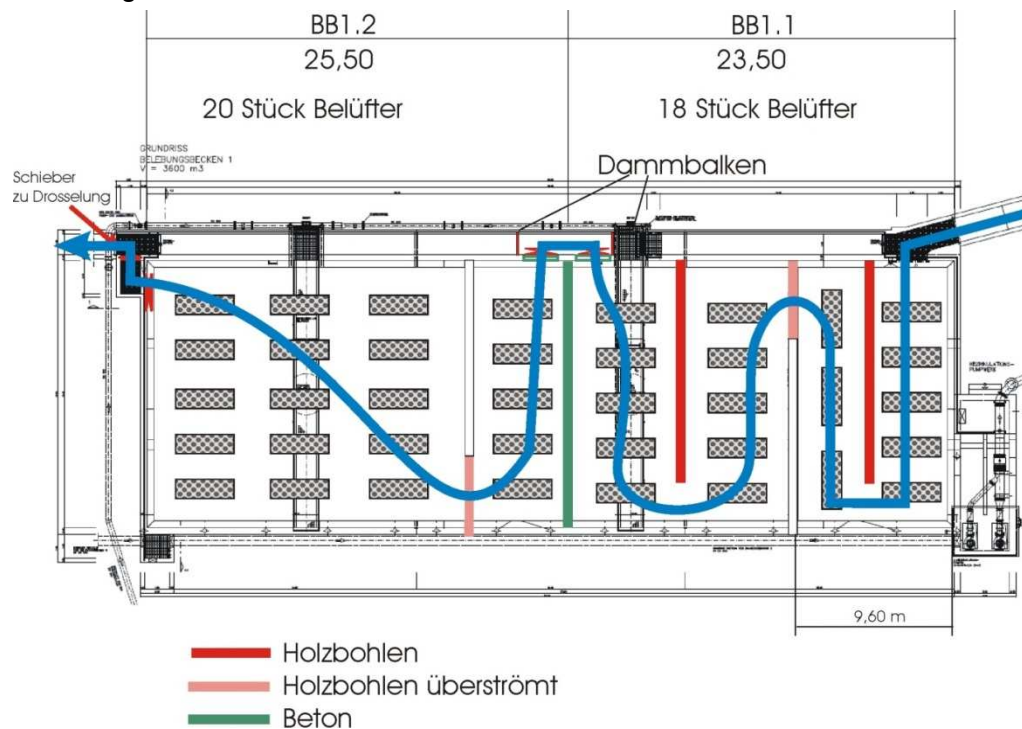


Abbildung 28: Endausbau BB1

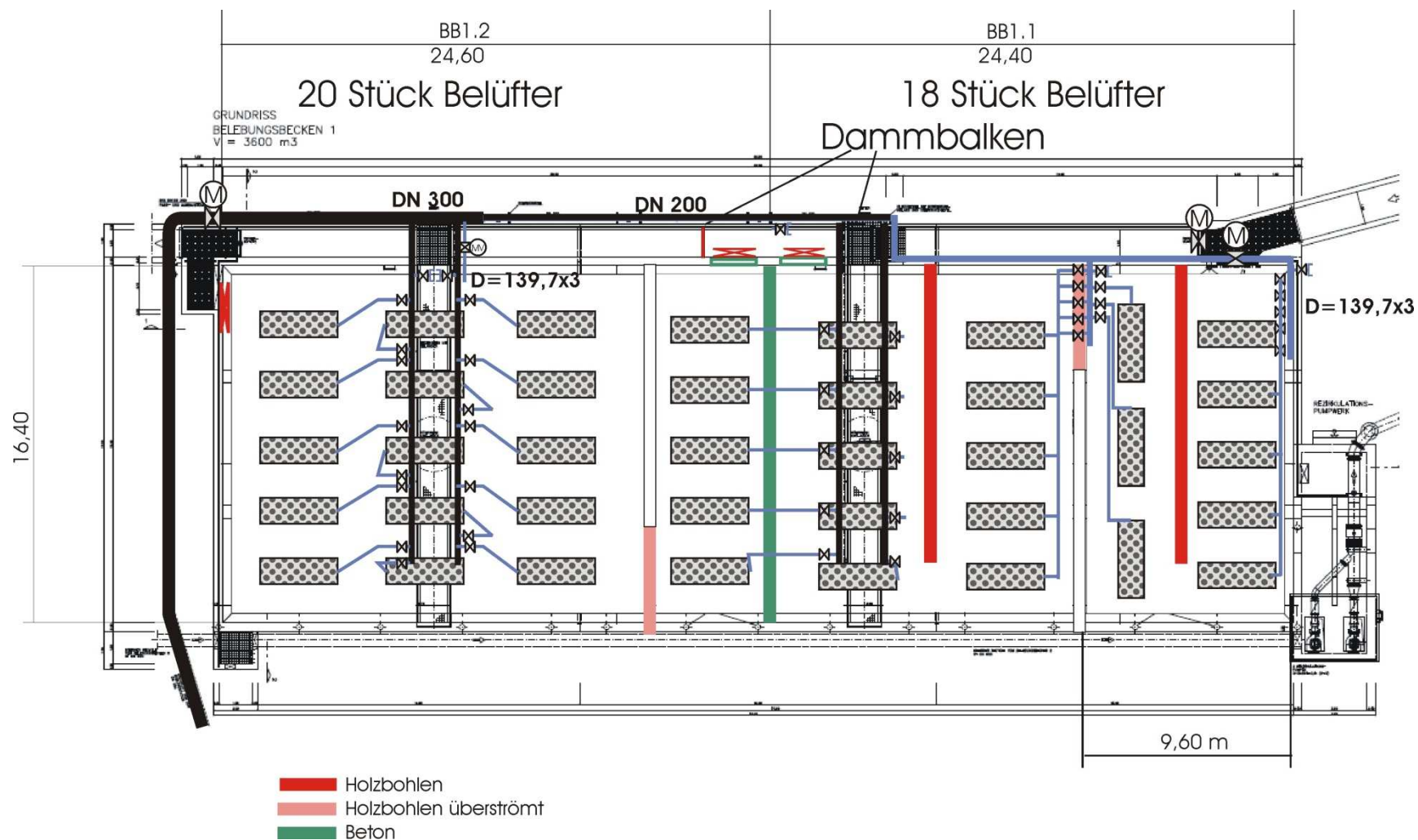


Abbildung 29: Ausrüstung BB1



Belüftung

BB1	
B	16,4 m
L	49 m
WT	4,9 m
Minimale Luftmenge	1140 Nm3/h
Betriebsluftmenge	2850 Nm3/h
Maximale Luftmenge	3800 Nm3/h
Belegungsdichte	
Grundfläche Becken	803 m2
Erforderliche Oberfläche Belüfter	160,6 m2
Belegungsdichte	20 %
vorhandene Gebläsekapazität	
Anzahl im Betrieb	2 Stück
Luftleistung je	1285 Nm3/h
Gesamt	2570 Nm3/h

1.8.8 Änderung Mikrosiebung

Die Mikrosiebung wird nur noch nach Bedarf betrieben. Im Einlauf zur Mikrosiebung wird eine SAK-Sonde installiert. Die SAK-Sonde liefert über einen Umrechnungsfaktor die CSB-Ablaufkonzentration. Über einen Grenzwert wird die Mikrosiebung umfahren bzw. zugeschaltet.

Die vorhandene Messtechnik wird an den Messort der SAK-Sonde, vor der Mikrosiebung verlegt.

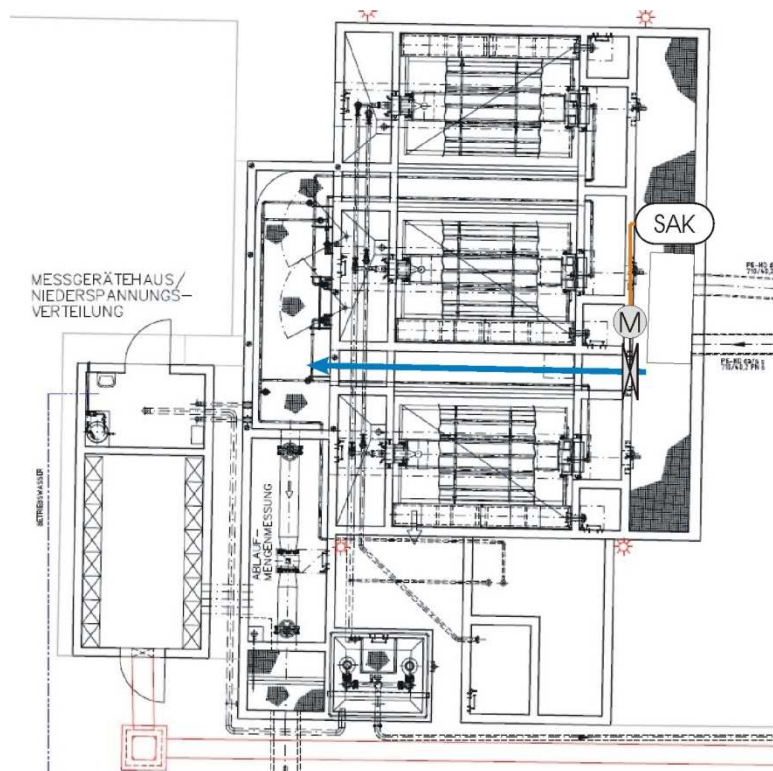


Abbildung 30: Umfahrung Mikrosiebung

1.8.9 Umbau Gebläsestation

Neues Gebläse

Gebläse 1 und 2 dienen der Luftversorgung von BB1. Gebläse 1 wird ausgetauscht. Das neue Gebläse soll so dimensioniert werden, dass es die Grundlast von BB1 abdeckt. Dieses Gebläse wird nach der Energieeffizienz ausgewählt.

Aufteilung der Luftmengen im Normalbetrieb

Im Endausbau:

					Endausbau (SF = 1,67)		Grundlast (fC, fN=1, SF = 1)	
	Volumen	WT	hE	Anteil	kO2/h	Nm³/h	kO2/h	Nm³/h
D1	670	2,60	2,50	8%	34,8	704,4	31,5	639
D2	665	2,60	2,50	8%	34,5	698,7	31,3	634
BB1								
BB1.1	1.811	4,70	4,55	21%	93,9	983,1	85,2	892
BB1.2	1.966	4,70	4,55	23%	101,9	1.066,8	92,5	968
BB2								
BB2.1	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.2	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.3	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.4	872	2,60	2,50	10%	45,2	916,4	41,0	831
Volumen gesamt	8.600			100%	446	7.118,4	405	6.458

Abbildung Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-31: Tabelle Aufteilung der Luftmengen im Endausbau

Das neue Gebläse 1 dient der Abdeckung der Grundlast in BB1. Dieser Lastfall wurde mit $f_C = 1$, $f_N = 1$ bei einer Abwassertemperatur von 12°C berechnet.

Das Gebläse wird auf Grundlage der Betriebserfahrungen mit den neuen Belüftern und der optimierten Verfahrenstechnik ausgelegt.



1.8.10 Programmierung SPS, PLS

Die Programmierung der SPS muss begleitend zu den Umbaumaßnahmen Zug um Zug angepasst werden. Die Arbeiten beginnen also mit den ersten Umbauschritten.

Das neue Prozessleitsystem wird ebenfalls im Zuge der Optimierungsschritte aufgebaut und während der Umbauphase parallel zum vorhandenen Leitsystem betrieben.

1.8.11 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme erfolgt schrittweise für die einzelnen Umbauphasen. Jeder Optimierungsabschnitt wird in Betrieb genommen, bevor der nächste Abschnitt beginnt, so dass die umgebauten, bzw. optimierten Anlagenteile bei den folgenden Umbauschritten voll funktionsfähig zur Verfügung stehen.

1.8.12 Ausfallstrategie Biologie

Die Ausfallstrategie betrachtet die biologische Stufe bei Außerbetriebnahme eines Beckenteiles. Die Umbaumaßnahmen im Zuge der Optimierung stellen folgende Beckenteile zur Verfügung, die getrennt außer Betrieb genommen werden können.

D1	670 m ³
D2	665 m ³
BB1.1	1.811 m ³
BB1.2	1.966 m ³
BB2.1	872 m ³
BB2.2	872 m ³
BB2.3	872 m ³
BB2.4	872 m ³
Volumen gesamt	8.600 m ³

Die Ausfallstrategien werden bei einer Abwassertemperatur von 14°C berechnet.

Bei dieser Abwassertemperatur gilt grundsätzlich, dass zur Einhaltung der Ablaufanforderungen von angenommenen 8 mg/l Nges bei einer Trockensubstanzkonzentration von TSBB = 3,8 kg/m³ ein Gesamtvolumen von 7.200 m³ erforderlich ist.

Um rechnerisch eine Nges-Ablaufkonzentration von 10 mg/l bei TSBB = 3,8 kg/m³ nachzuweisen ist ein Volumen von 7.000 m³ erforderlich.

Folgende Volumina stehen bei den verschiedenen Außerbetriebnahmen zur Verfügung:

1. Biologie für die Belastung im Endausbau nach Optimierung
Vges = 8.600 m³
2. Außerbetriebnahme D1 und D2
Vges = 7.265 m³
Außerbetriebnahme BB1.1
Vges = 6.790 m³
3. Außerbetriebnahme BB1.2
Vges = 6.634 m³
4. Außerbetriebnahme BB2.3 und BB2.4
Vges = 6.856 m³

Im Anhang sind die Berechnungen detailliert zusammengestellt.

Endausbau nach Optimierung

Die Becken D1 und D2 wurden um 10 cm angestaut. BB1 wurde um 20 cm angestaut. Dadurch ergibt sich eine Erhöhung des Belebungsvolumens vom 8.389 m³ auf 8600 m³.

Berechnung gemäß ATV A131

Bemessungstemperatur	12	°C
Ablaufanforderungen, rechnerisch		
NH ₄ -N	4	mg/l
NO ₃ -N	4	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
erforderliches aerobes Schlammalter	7,62	d
erforderliches Denitrifikationsverhältnis	0,32	
erforderliches Gesamtschlammalter	11,17	d
TSBB	4,0	kg/m ³
erforderliches Volumen	8.393	m ³
tatsächliches Volumen	8.600	m ³
tatsächliches Schlammalter	11,17	d
erreichbare Ablaufwerte		
NH ₄ -N	3	mg/l
NO ₃ -N	5,2	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
Sauerstoffbedarf OC ($\alpha = 0,60$)	583	kgO ₂ /h

Sensitivitätsanalyse

TS (BB)		Überschussschlamm		Denitrifikation		Ablaufwerte		Sauerstofflast		
	tats.	ÜSC	ÜSges	VD/VBB	NO ₃ -Nd	NH ₄ -Ne	NO ₃ -Ne	fC	fN	OC
[kg/m ³]	[d]	[kgTS/kgBSB5]		-	[kgO ₂ /kgBSB5]	[mg/l]	[mg/l]			[kgO ₂ /kgBSB5]
3	8,73	0,846	0,962	0,16	11,9	4	19,33	1,2	2,28	2,588
3,25	9,6	0,832	0,948	0,23	18,11	4	13,11	1,2	2,24	2,508
3,5	10,5	0,819	0,935	0,3	23,56	4	7,66	1,2	2,18	2,418
3,75	11,4	0,807	0,923	0,34	27,33	2	5,9	1,19	2,11	2,413
4	12,3	0,796	0,913	0,34	27,72	2	5,5	1,18	2,03	2,374
4,25	13,2	0,787	0,903	0,34	28,08	2	5,14	1,17	1,96	2,336
4,5	14,1	0,777	0,894	0,34	28,42	2	4,8	1,16	1,88	2,294

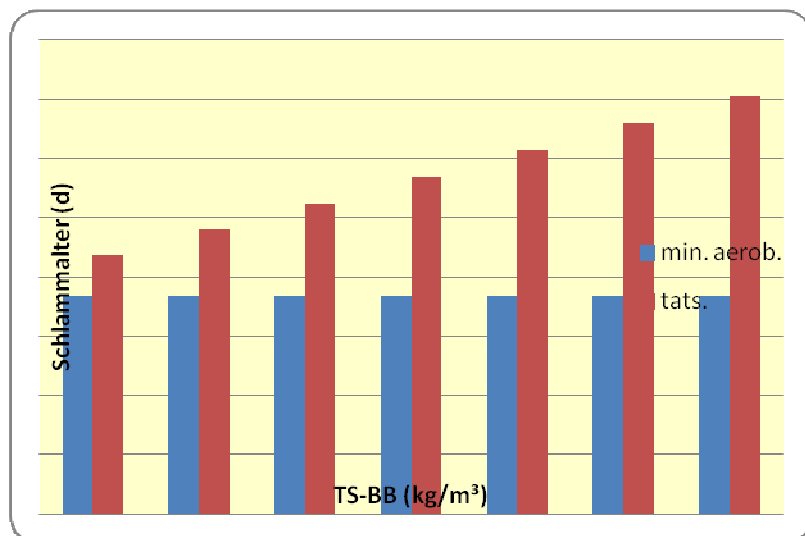


Abbildung 32: Aerobes Schlammalter und Gesamtschlammalter

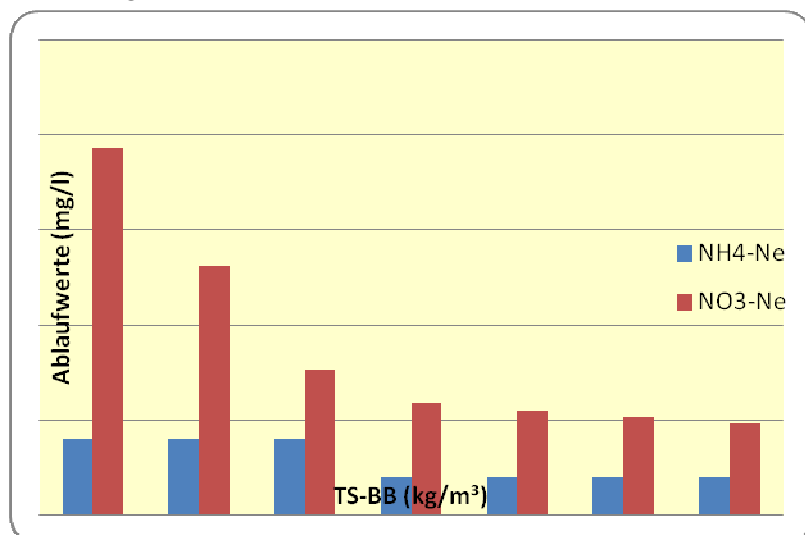


Abbildung 33: Ablaufwerte NH4-N, NO3-N

Auslastung	TS (BB)	Schlammalter		Denitrifikation		Ablaufwerte		
		min. aerob.	tats.	VD/VBB	NO3-Nd	NH4-Ne	NO3-Ne	OC
[%]	[kg/m³]	[d]	[d]		[kgO2/kgBSB5]	[mg/l]	[mg/l]	[kgO2/kgBSB5]
70	4	7,37	18,65	0,34	29,73	2	3,49	2,246
80	4	7,37	15,95	0,34	29,01	2	4,21	2,276
90	4	7,37	13,89	0,34	28,34	2	4,88	2,326
100	4	7,37	12,27	0,34	27,72	2	5,5	2,374
110	4	7,37	10,96	0,33	26,24	4	4,98	2,34

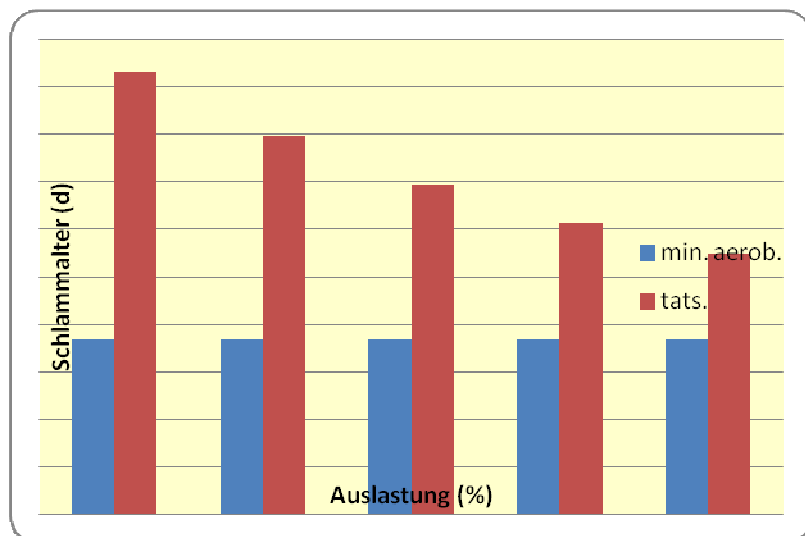


Abbildung 34: Aerobes Schlammalter und Gesamtschlammalter

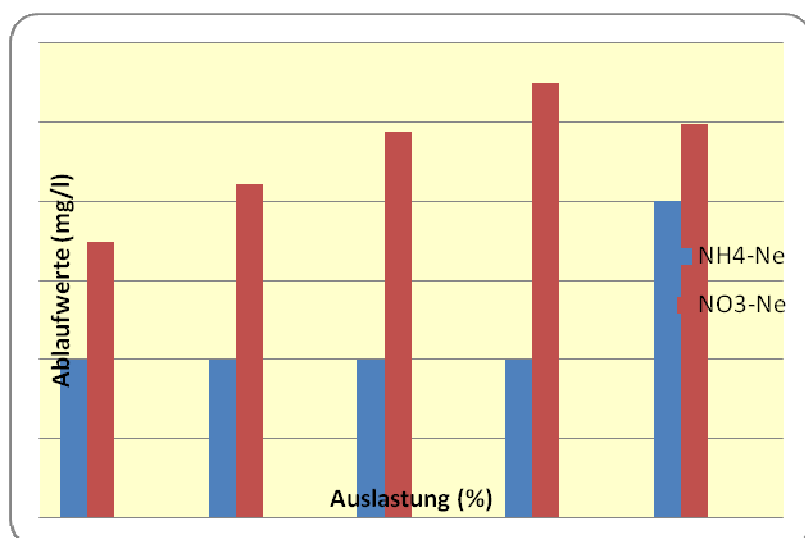


Abbildung 35: Ablaufwerte NH4-N, NO3-N

Aufteilung der Luftmengen im Normalbetrieb

					Endausbau (SF = 1,67)		Grundlast (fC,fN=1, SF = 1)	
					kO2/h	Nm³/h	kO2/h	Nm³/h
D1	670	2,50	2,35	8%	34,8	704,4	31,5	639
D2	665	2,50	2,35	8%	34,5	698,7	31,3	634
BB1								

BB1.1	1.811	4,70	4,55	21%	93,9	983,1	85,2	892
BB1.2	1.966	4,70	4,55	23%	101,9	1.066,8	92,5	968
						Grundlast BB1		1.860
BB2								
BB2.1	872	2,50	2,35	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.2	872	2,50	2,35	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.3	872	2,50	2,35	10%	45,2	916,4	41,0	831
BB2.4	872	2,50	2,35	10%	45,2	916,4	41,0	831
Volumen gesamt	8.600			100%	446	7.118,4	405	6.458

Außerbetriebnahme D1 und D2

Bei Außerbetriebnahme von D1 und D2 werden die Dammbalken im Ablauf der beiden Becken erhöht. Das Abwasser fließt dann im abschließenden Gerinne vom Vorklärbecken direkt zum BB1.

Der Rücklaufschlamm kann mittels Schieber in das Gerinne zu BB1 umgeleitet werden.

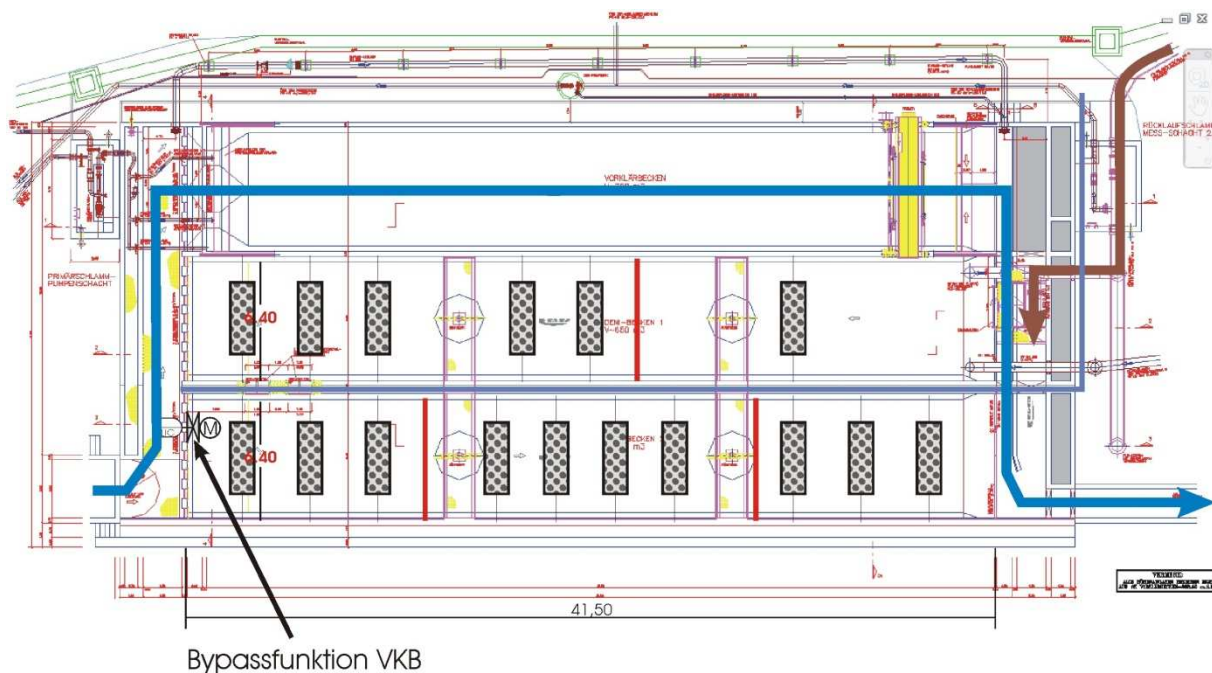


Abbildung 36: Umfahrung D1/D2

Berechnung gemäß ATV A131

D1	
D2	
BB1.1	1.811 m ³
BB1.2	1.966 m ³
BB2.1	872 m ³
BB2.2	872 m ³
BB2.3	872 m ³
BB2.4	872 m ³
Volumen gesamt	7.265 m ³

Abbildung Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-37: **Tabelle: Volumen bei Außerbetriebnahme D1, D2**

Bemessungstemperatur	14	°C
erforderliches aerobes Schlammalter	6,26	d
erforderliches Denitrifikationsverhältnis	0,33	
TSBB	3,4	kg/m ³
tatsächliches Volumen	7.279	m ³
tatsächliches Schlammalter	9,67	d
erreichbare Ablaufwerte		
NH ₄ -N	3	mg/l
NO ₃ -N	3,3	mg/l
SanorgN	6,3	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
Sauerstoffbedarf OC ($\alpha = 0,60$)	611	kgO ₂ /h

Tabelle: Nachweis biologische Stufe bei Außerbetriebnahme D1 und D2

Die Stickstoffablaufwerte $N_{\text{ges}} = 18,0 \text{ mg/l}$ und $N_{\text{anorg, ges}} = 16,0 \text{ mg/l}$ werden sicher eingehalten.

Außerbetriebnahme BB1.1

Das Belebungsbecken 1 wurde so getrennt, dass beiden Beckenteile unabhängig voneinander außer Betrieb genommen werden können.

Zu beiden Seiten der Trennwand im BB1 wurden Durchlässe mit Absperrschiebern angebracht. Die Umlaufrinne kann durch Dammbalken abgetrennt werden.

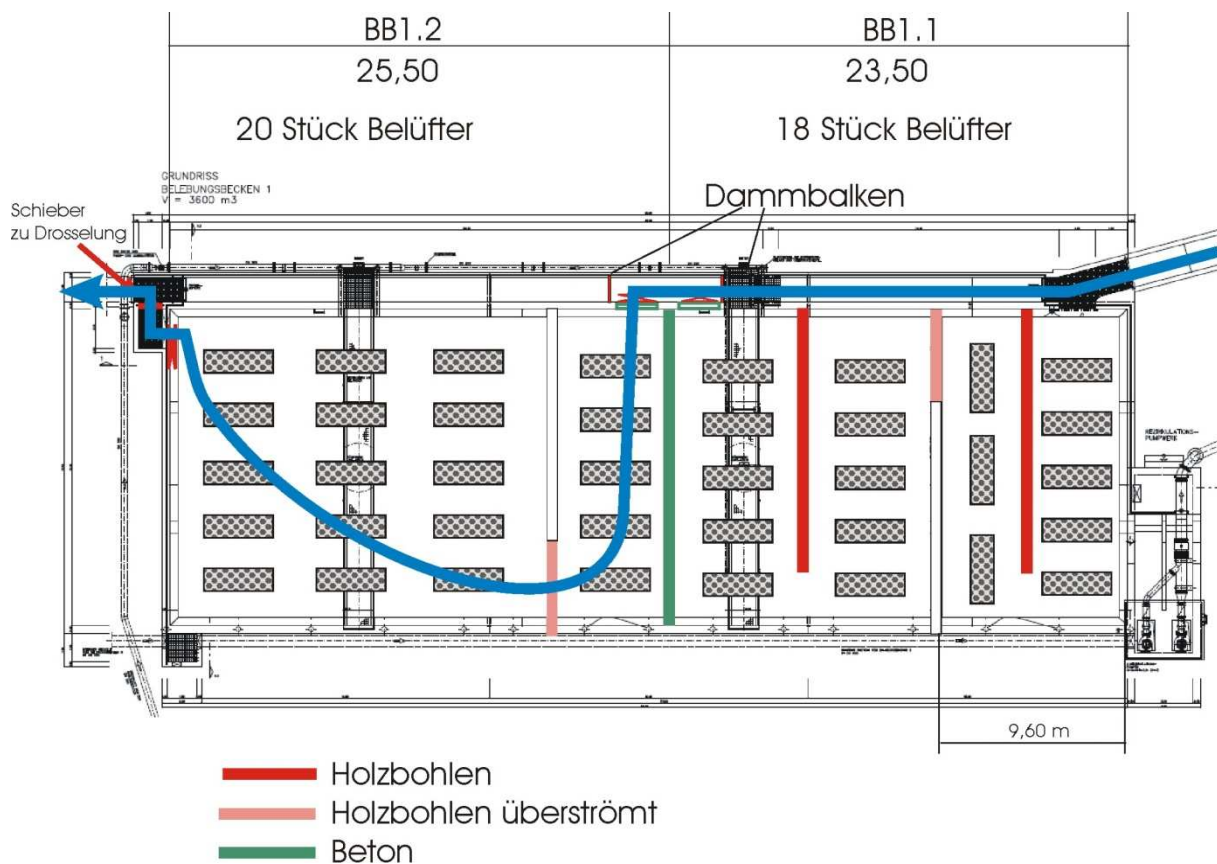


Abbildung 38: Umfahrung BB1.1

D1	670 m ³
D2	665 m ³
BB1	
BB1.1	
BB1.2	1.966 m ³
BB2.1	872 m ³
BB2.2	872 m ³
BB2.3	872 m ³
BB2.4	872 m ³
Volumen gesamt	6.789 m ³

Tabelle: Volumen bei Außerbetriebnahme BB1.2

Bemessungstemperatur	14	°C
Ablaufanforderungen, rechnerisch		
NH ₄ -N	4	mg/l
NO ₃ -N	4	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
erforderliches aerobes Schlammalter	6,06	d
erforderliches Denitrifikationsverhältnis	0,36	
erforderliches Gesamtschlammalter	9,56	d
TSBB	4,0	kg/ m ³
erforderliches Volumen	6.606	m ³
tatsächliches Volumen	6789	m ³
tatsächliches Schlammalter	9,52	d
erreichbare Ablaufwerte		
NH ₄ -N	3,8	mg/l
NO ₃ -N	4,0	mg/l
Nanorg	7,8	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
Sauerstoffbedarf OC (□ = 0,60)	771,1	kgO ₂ /h

Tabelle: Nachweis biologische Stufe bei Außerbetriebnahme BB1.2

Die Stickstoffablaufwerte $N_{\text{ges}} = 18,0 \text{ mg/l}$ und $N_{\text{anorg,ges}} = 16,0 \text{ mg/l}$ werden sicher eingehalten.

Außerbetriebnahme BB1.2

Der Zulaufschieber nach BB1.2 und die Ablaufdrossel am Auslauf von BB1.2 werden geschlossen.

Die Absperrung hinter den beiden mittigen Absperrschiebern wird geöffnet.

Die Platte am Ablauf von BB1.2 wird durch Dammbalken erhöht.

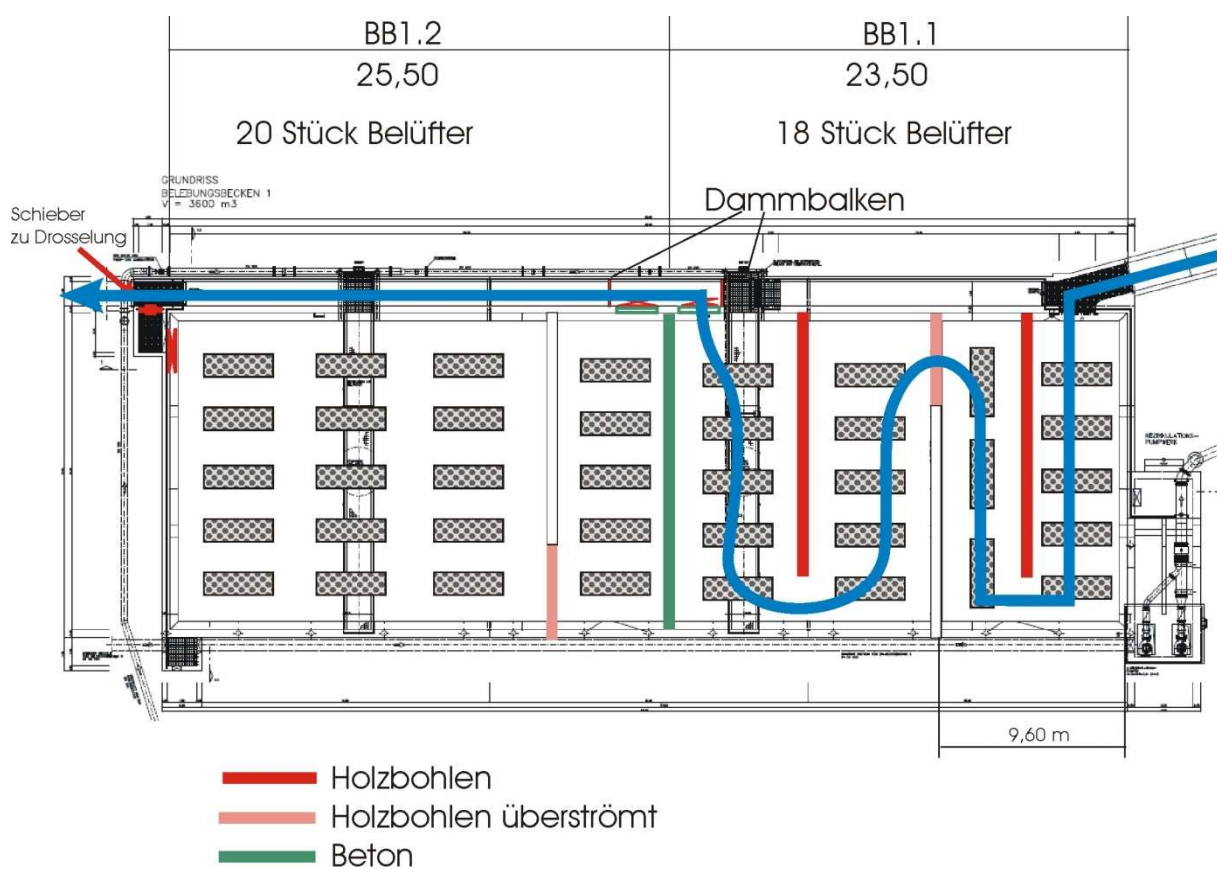


Abbildung 39: Umfahrung BB1.1

D1	670 m ³
D2	665 m ³
BB1	
BB1.1	1.811 m ³
BB1.2	
BB2.1	872 m ³
BB2.2	872 m ³
BB2.3	872 m ³
BB2.4	872 m ³
Volumen gesamt	6.634 m ³

Tabelle: Volumen bei Außerbetriebnahme BB1.1

Bemessungstemperatur	14	°C
Ablaufanforderungen, rechnerisch		
NH ₄ -N	4	mg/l
NO ₃ -N	4	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
erforderliches aerobes Schlammalter	6,06	d
erforderliches Denitrifikationsverhältnis	0,36	
erforderliches Gesamtschlammalter	9,54	d
TSBB	4,0	kg/m ³
erforderliches Volumen	6.803	m ³
tatsächliches Volumen	6.634	m ³
tatsächliches Schlammalter	9,26	d
erreichbare Ablaufwerte		
NH ₄ -N	4,7	mg/l
NO ₃ -N	3,0	mg/l
SanorgN	7,7	mg/l
Norg	2,0	mg/l
Pges	1,0	mg/l
Sauerstoffbedarf OC ($\alpha = 0,60$)	787,7	kgO ₂ /h

Tabelle: Nachweis biologische Stufe bei Außerbetriebnahme BB1.2

Die Stickstoffablaufwerte $N_{\text{ges}} = 18,0 \text{ mg/l}$ und $N_{\text{anorg,ges}} = 16,0 \text{ mg/l}$ werden sicher eingehalten.

Außerbetriebnahme BB2.3, BB2.4

Der Zulaufschieber nach BB1.2 und die Ablaufdrossel am Auslauf von BB1.2 werden geschlossen.

Die Absperrung hinter den beiden mittigen Absperrschiebern wird geöffnet.

Die Platte am Ablauf von BB1.2 wird durch Dammbalken erhöht.

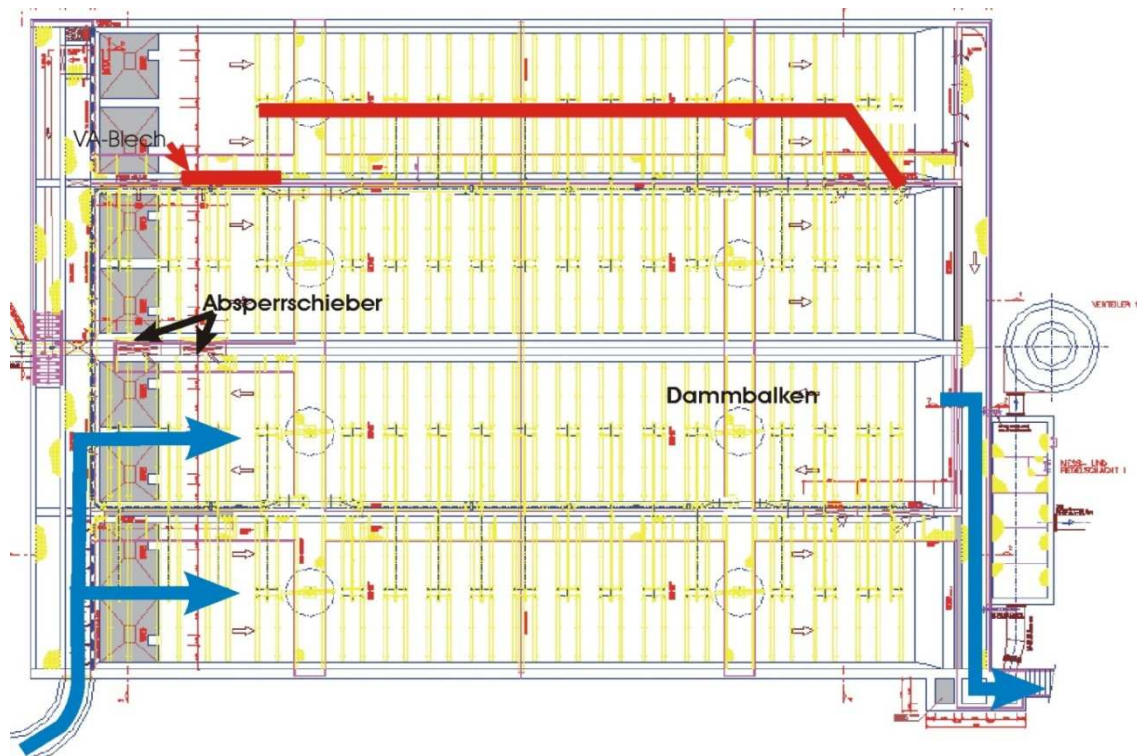


Abbildung 40: Umfahrung BB2.3, BB2.4

D1	670 m ³
D2	665 m ³
BB1	1.966 m ³
BB1.1	1.811 m ³
BB1.2	
BB2.1	872 m ³
BB2.2	872 m ³
BB2.3	
BB2.4	
Volumen gesamt	6.856 m ³

Tabelle: Volumen bei Außerbetriebnahme BB1.1

Bemessungstemperatur	14	°C
Ablaufanforderungen, rechnerisch		
NH ₄ -N	3	mg/l
NO ₃ -N	3	mg/l
Norg	2	mg/l
Pges	1	mg/l
erforderliches aerobes Schlammalter	6,06	d
erforderliches Denitrifikationsverhältnis	0,36	
erforderliches Gesamtschlammalter	9,54	d
TSBB	4,0	kg/m ³
erforderliches Volumen	6.803	m ³
tatsächliches Volumen	6.634	m ³
tatsächliches Schlammalter	9,63	d
erreichbare Ablaufwerte		
NH ₄ -N	2,9	mg/l
NO ₃ -N	3,0	mg/l
SanorgN	5,9	mg/l
Norg	2,0	mg/l
Pges	1,0	mg/l
Sauerstoffbedarf OC ($\alpha = 0,60$)	804,2	kgO ₂ /h

Tabelle: Nachweis biologische Stufe bei Außerbetriebnahme BB2.3, BB2.4

Die Stickstoffablaufwerte $N_{\text{ges}} = 18,0 \text{ mg/l}$ und $N_{\text{anorg,ges}} = 16,0 \text{ mg/l}$ werden sicher eingehalten.

Übersicht Berechnungsergebnisse

			Außerbetriebnahme			
		Gesamt	D1, D2	BB1.1	BB1.2	BB2.3, BB2.4
verfügbares Volumen	m ³	8.600	7.265	6.789	6.634	6.856
Bemssungstemperatur	°C	12	14	14	14	14
TSBB		3,78	3,78	4,0	4,0	4,0
tTSA,erf	d	7,37	6,06	6,06	6,06	6,06
tTS, tats	d	11,50	9,67	9,52	9,26	9,63
erreichbare Ablaufwerte						
NH ₄ -N	mg/l	3,8	3,7	3,8	4,7	2,9
NO ₃ -N	mg/l	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0
SanorgN	mg/l	7,8	7,7	7,8	7,7	5,9
Norg	mg/l	2	2	2	2,0	2,0
Pges	mg/l	1	1	1	1,0	1,0
Sauerstoffbedarf OC ($\alpha = 0,60$)	kgO ₂ /h	751,0	770,46	771,1	787,7	804,2