

## **Ausbau und Sanierung ARA Furthof**



## **Technischer Bericht Bauprojekt**

Baden, 15. Dezember 2017

Kläranlageverband Buchs-Dällikon  
c/o Gemeindeverwaltung Buchs  
8107 Buchs

## HOLINGER AG

Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden  
Telefon +41 (0)56 484 85 00, Fax +41 (0)56 484 85 45  
baden@holinger.com

Version	Datum	Dateiname	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
0	15.12.2017	D4400_Bauprojekt.doc	RAM/GOR/LEG	LEG	ARA/AWEL/HOL

## INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
ZUSAMMENFASSUNG	2
1 AUFTRAG UND AUSGANGSLAGE	3
1.1 Allgemeines	3
1.2 Auftrag und Projektziele	3
1.3 Projektgrundlagen	4
2 DIMENSIONIERUNGSGRUNDLAGEN ARA	5
2.1 Einleitbedingungen	5
2.2 Hydraulik	6
2.2.1 Dynamische ARA-Bewirtschaftung bei Regenwetter	6
2.3 Schmutzfrachten	7
3 VERFAHREN UND MASCHINELLE AUSRÜSTUNG	8
3.1 Fliessschema	8
3.2 Zukünftige Massenströme	9
3.3 Abwasserbehandlung	11
3.3.1 Zulaufkanäle, Hebewerk, Zulaufdrosselung und mech. Vorreinigung inkl. Bauwerke	11
3.3.2 Regenbecken	11
3.3.3 Vorklärbecken	12
3.3.4 Biologie	13
3.3.5 Nachklärung & Rücklaufschlammumpfen	14
3.3.6 Hochwasserpumpwerk	15
3.3.7 Ablaufbauwerk in Furtbach	16
3.4 MV-Stufe	16
3.4.1 Gesetzliche Grundlagen	16
3.4.2 Wahl des Ozonverfahren	16
3.4.3 Verfahrensgrundlagen	17
3.4.4 Hebewerk MV-Stufe	21
3.4.5 Ozonung	22
3.4.6 Raumfiltration	24
3.4.7 Phosphatfällung	26
3.4.8 Kühlwasser	27
3.5 Schlammbehandlung	27
3.5.1 Frischschlammabzug	27

3.5.2	Schlammerwärmung	27
3.5.3	Schlammfäulung	28
3.5.4	Schlammstapelung	29
3.5.5	Gasproduktion, Zwischenspeicherung, Gasverwertung	29
<b>4</b>	<b>ENERGIEKONZEPT/NACHHALTIGKEIT</b>	<b>31</b>
4.1	Allgemein	31
4.2	Wärmebilanz	31
<b>5</b>	<b>ZUSATZANLAGEN UND NEBENBETRIEBE</b>	<b>32</b>
5.1	WKK / Kombibrenner	32
5.2	BHKW Notkühlung	32
5.3	Wärmerückgewinnung / Kühlung Filtrationsgebäude	33
5.4	Druckluft	33
5.5	Brauchwasser-Verteilnetz	34
5.6	Trinkwassernetz	34
5.7	Lüftung und Klimatisierung	35
5.7.1	Gebläsestation neue Biologie (BIO)	35
5.7.2	Betriebsgebäude EG (BG EG)	36
5.7.3	Betriebsgebäude UG (BG UG)	38
5.7.4	Fäulung (FU)	40
5.7.5	Filtration (FIL)	42
5.8	Abluftbehandlung	44
5.9	Werkstatt	44
5.10	Labor	44
<b>6</b>	<b>ELEKTROAUSRÜSTUNG</b>	<b>45</b>
6.1	Allgemeines	45
6.2	Trafoanlage	46
6.3	Spannungsverteilung	46
6.4	Kraft- und Wärmeinstallationen	47
6.5	Elektroinstallationen	48
6.6	Automatisierungssystem	49
6.6.1	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	49
6.6.2	Prozessleitsystem (PLS)	50
6.7	Hochspannungsleitung der Swissgrid	51
6.8	Haustechnische Installationen	51
6.9	Aussenbeleuchtung	52
6.10	Messtechnik	52
6.11	Bedienungskonzept	53

6.12	Schaltanlagen	53
<b>7</b>	<b>BAUTEN</b>	<b>54</b>
7.1	Betonsanierungen	54
7.1.1	Faulräume	54
7.1.2	Vorklär- und Regenbecken	55
7.1.3	Belüftungsbecken	56
7.1.4	Nachklärbecken	57
7.1.5	Rohwasser- und Rücklaufschlammhebewerk	57
7.1.6	Schlammstapel	58
7.2	Geologie und Grundwasserspiegel	58
7.2.1	Angetroffene Untergrundverhältnisse	58
7.2.2	Grundwasserspiegellage	59
7.2.3	Grundwasserschutz	59
7.2.4	Folgen für Bauarbeiten	60
7.3	Gebäudeschadstoffe	60
7.4	Umbau und Erweiterung der Abwasserstrasse	63
7.5	Neubau Filtergebäude	63
7.6	Umbau des Betriebsgebäudes	65
7.7	Sanierung Schlammgebäude	66
7.8	Umbau Gasometer	66
7.9	Erneuerung Glaskabäuschen	66
7.10	Gestaltungs- und Umgebungskonzept	67
<b>8</b>	<b>INVESTITIONSKOSTEN</b>	<b>68</b>
8.1	Kostenvoranschlag Investitionskosten	68
8.2	Betriebskosten	70
<b>9</b>	<b>BAUPROGRAMM/ETAPPIERBARKEIT</b>	<b>71</b>

## ANHANG

Massenströme Mittelwert

R+I Lüftung Biologie

R+I Lüftung Betriebsgebäude

R+I Lüftung Filtration

SEPARATE BEILAGEN

Pläne und R+I

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
ARA	Abwasserreinigungsanlage
ATV	Abwassertechnische Vereinigung
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSB <sub>5</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DECT	Digital Enhanced Cordless Telephonie
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
EMSR	Elektro – Messen – Steuern - Regeln
EW	Einwohnerwert
FHM	Flockungshilfsmittel
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe (Membranfilter 0.45 µm)
N	Stickstoff
NH <sub>3</sub> -N	Ammoniak-Stickstoff
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	Ammonium-Stickstoff
NKB	Nachklärbecken
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	Nitrit-Stickstoff
NSHV	Niederspannungshauptverteilung
NSV	Niederspannungsverteilung
PAK	Pulveraktivkohle
PLS	Prozessleitsystem
P <sub>tot</sub>	Gesamtphosphor
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TOC	Totaler organischer Kohlenstoff
TS	Trockensubstanz
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

## Zusammenfassung

Die Kläranlage Furthof ist seit 1977 in Betrieb und reinigt das Abwasser der Gemeinden Buchs und Dällikon. Sie ist aktuell auf 10'000 Einwohnerwerte (EW) dimensioniert, reinigt jedoch die Abwasserfracht von rund 13'700 EW. Die biologische Stufe der Kläranlage Furthof ist komplett veraltet und liegt vor allem hinsichtlich des Stickstoffumbaus über dem Kapazitätslimit.

Nach intensiven Abklärungen zu möglichen Zusammenschlüssen hat der Abwasserverband entschieden, die eigene Kläranlage auszubauen. In der Ausbaustudie vom Oktober 2012 (HOLINGER AG) wurden der Sanierungsbedarf an der bestehenden Infrastruktur sowie die nötigen Ausbauten aufgezeigt. Die Kapazität der Biologie ist demnach zu erweitern und als Massnahme zur obligaten Elimination von Spurenstoffen soll eine Ozonungsanlage zusammen mit einer Filtration realisiert werden.

Mit dem vorliegenden Bauprojekt wurde der Ausbau der ARA Furthof gemäss den vorangegangenen Vorlagen und Entscheidungen weiter konkretisiert. Das Projekt umfasst im Wesentlichen:

- Die Erweiterung und Erneuerung der Belebtschlammbiologie mittels A/I-Verfahren auf eine Kapazität von 19'000 EW
- Nachrüsten einer Ozonungsanlage inkl. nachgeschalteter Filtration zur biologischen Nachbehandlung (notwendig aufgrund der aktuellen Anforderungen)
- Sanierung der gesamten Schlamm- und Gasanlagen
- Umfangreiche Betonsanierungen, Flächenbeschichtungen und Fugenabdichtungen
- Umbau des Betriebsgebäudes (Anpassung an aktuelle Bedürfnisse)
- Vollständiger Ersatz der gesamten Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik (mit Ausnahme der mechanischen Vorreinigung)

Die Gesamtinvestitionen für den Ausbau und die Sanierung der Anlage wurden gemäss Kostenvoranschlag auf CHF 18'462'000.-- exkl. Mehrwertsteuer geschätzt. Die Betriebskosten betragen heute ca. CHF 600'000.-- pro Jahr und werden nach dem Projektabschluss in etwa gleichbleiben.

Die Realisierung des Sanierungs- und Ausbauprojekts ist in zwei Bauetappen à je ca. 1.5 Jahren ab Winter 2019 vorgesehen. Der Abschluss der Bauarbeiten ist auf Ende 2021 geplant.

# 1 AUFTRAG UND AUSGANGSLAGE

## 1.1 Allgemeines

Der Abwasserverband hat entschieden, den Zusammenschluss der ARA Furthof mit der ARA Wüeri in Regensdorf nicht weiter zu verfolgen, sondern die eigene Kläranlage auszubauen.

In der Ausbaustudie vom Oktober 2012 (HOLINGER AG) wurden der Sanierungsbedarf an der bestehenden Infrastruktur sowie die nötigen Ausbauten aufgezeigt. Im Mittelpunkt stehen dabei insbesondere die Erweiterung der biologischen Stufe sowie die Realisierung einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von Spurenstoffen. Weiter sollen jedoch auch die bestehenden Faul- und Gasanlagen sowie die Bausubstanz der bestehenden Anlagen umfassend saniert und die gesamte Maschinen- und Elektrotechnik auf den Stand der Technik gebracht werden.

Für die Kapazitätssteigerung der biologischen Stufe wurde im Rahmen eines vorangegangenen Variantenvergleichs der Ausbau mittels AI-Verfahren mit zusätzlichen Belüftungsbecken festgelegt.

Das von der HOLINGER AG im Winter 2017 abgegebene Vorprojekt zum Ausbau und Sanierung der ARA Furthof wurde anlässlich der Kommissionssitzung des Kläranlageverbands vom 03.04.2017 genehmigt.

## 1.2 Auftrag und Projektziele

Der Kläranlageverband Buchs-Dällikon hat die HOLINGER AG beauftragt, auf Basis des Vorprojekts das Bauprojekt für den Ausbau und die Sanierung der Abwasserreinigungsanlage auszuarbeiten.

Das Ziel des vorliegenden Berichts ist es, auf Stufe Bauprojekt die für den Ausbau notwendigen Massnahmen weiter zu konkretisieren und die Kosten genauer zu ermitteln. Das Bauprojekt dient in der Folge als Basis für die Submissionsphase und das Ausführungsprojekt.

### 1.3 Projektgrundlagen

Folgende Datengrundlagen standen bei der Erarbeitung des Berichtes zur Verfügung:

- [1] Projekt „Staukanäle und Regenwasserbewirtschaftung“, HOLINGER AG, Realisierung 2013-2015.
- [2] Projekt „Mechanische Vorreinigung und Regenwasserbehandlung“, HOLINGER AG, Realisierung 2013-2015.
- [3] Gujer AG / HOLINGER AG, „Abwassertechnischer Zusammenschluss ARA Furthof – ARA Wüeri“, März 2012.
- [4] HOLINGER AG, „Arbeitspapier: Sanierungsbedarf“, 15. Juni 2012.
- [5] BG, „Kosten der Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser“, 2. April 2012.
- [6] Diverse Ausführungspläne.
- [7] Stellungnahme des AWEL vom 31.07.2012 zur zukünftigen Reinigungsleistung der ARA Furthof
- [8] HOLINGER AG, „Antrag Dimensionierungsdaten“, 9. Juni 2016
- [9] HOLINGER AG, Variantenvergleich „Erweiterung der biologischen Abwasserreinigung“, 19. September 2016
- [10] ENVILAB AG, Beurteilung der Behandelbarkeit von Abwasser mit Ozon, 07. November 2016.
- [11] Brief AWEL vom 13.9.2016 betreffend „Bromid- und Bromatkonzentrationen im Ablauf von Zürcher Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Resultate und Informationen.“
- [12] HOLINGER AG, Vorprojekt „Ausbau und Sanierung ARA Furthof“, April 2017
- [13] ENVILAB AG, Beurteilung der Behandelbarkeit von Abwasser mit Ozon – Biotests, Juli 2017
- [14] LPM AG, Materialtechnische Zustandsuntersuchung Vorfaulraum, Vorklärbecken 1, Belüftungsbecken 2 und Nachklärbecken 2, September 2017
- [15] HOLINGER AG, Bestandesaufnahme Gebäudeschadstoffe, Oktober 2017

## 2 DIMENSIONIERUNGSGRUNDLAGEN ARA

Dieses Kapitel definiert, auf welche Belastungen (Hydraulik und Schmutzfrachten) die ARA ausgelegt wird. Die Herleitung bzgl. Hydraulik wurde detailliert im Bericht „Antrag Dimensionierungsdaten“ vom 9. Juni 2016 [8] dargelegt. Die ARA Furthof wird neu auf 19'000 EW ausgelegt.

### 2.1 Einleitbedingungen

Die Einleitbedingungen für die ARA Furthof sind in der Stellungnahme des AWEL vom 31.7.2012 festgelegt [7].

Die untenstehende Tabelle zeigt die vom AWEL geforderten Einleitbedingungen, welche die Grundlage der Sanierungs- und Ausbauplanung bilden.

**Tabelle 1:**  
Einleitbedingungen für die  
ARA Furthof

Parameter		Anforderung <sup>a)</sup> [mg/l]	Höchstwert <sup>b)</sup> [mg/l]	Reinigungseffekt <sup>c)</sup> [%]	Bemerkungen
Ges. ungelöste Stoffe	GUS	5	20		
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB (O <sub>2</sub> )	40	-	85	-
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC (C)	10	20	85	-
Gesamtphosphor	P <sub>ges</sub>	0.2		80	
Ammoniak / Ammonium ([NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> ]-N) <sup>d)</sup>	N	1	-	90	-
Nitrit (NO <sub>2</sub> -N) <sup>d)</sup>	N	0.3	-	-	Richtwert gem. GSchV
Gesamt-N <sup>e)</sup>	P	15	25	55	

a) Die Anforderungen gelten am Ort der Einleitung und für den Normalbetrieb der ARA; vorbehalten sind Ausnahmesituationen wie extrem starke Niederschläge

b) Höchstwerte dürfen bei keiner Probe überschritten werden

c) Reinigungseffekt bezogen auf Rohabwasser

d) Gilt für Abwassertemperaturen von mehr als 10 °C

e) Reinigungseffekt bezogen auf geklärtes Abwasser (exkl. Anlageninterne Rückläufe); die Anforderung für Gesamt-N darf im Jahresmittel nicht überschritten werden; massgebend sind Abwassertemperaturen von mehr als 10 °C ohne Zugabe von Hilfsstoffen

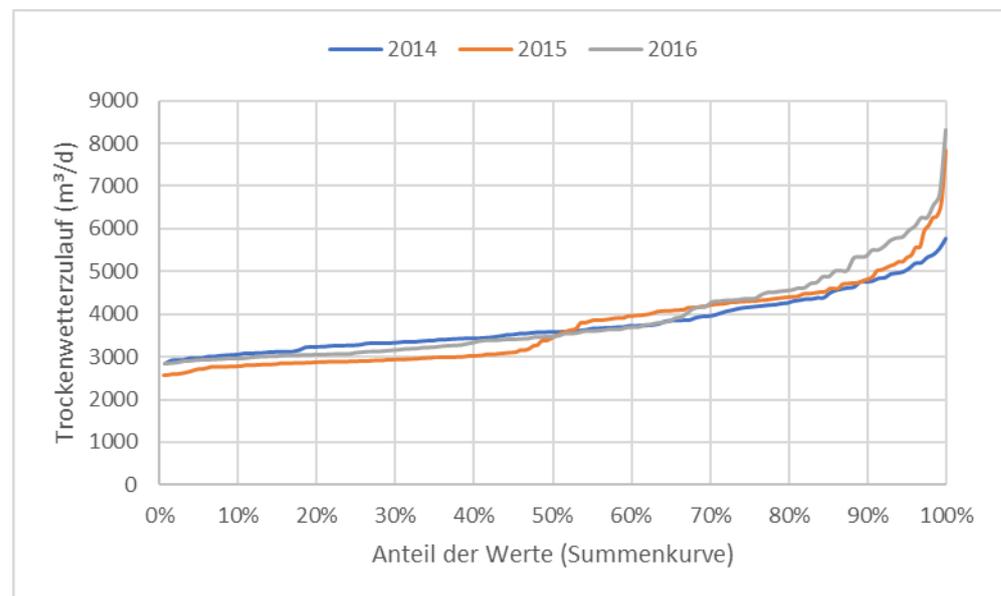
Für die übrigen Parameter und die zulässigen Abweichungen sowie die Reinigungseffekte gilt Anhang 3 der GSchV.

## 2.2 Hydraulik

Die ARA Furthof wurde ursprünglich auf eine Dimensionierungswassermenge von 280 l/s ausgelegt. Da die Anlage diese grosszügige Abwassermenge auch heute noch problemlos bewältigen kann, wird diese hydraulische Kapazität in Zukunft beibehalten. Die zusätzliche Verfahrensstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen wird entsprechend auch auf diese 280 l/s ausgelegt.

Werden für die Berechnung des Trockenwetterzulaufs der ARA Furthof alle Regentage sowie die jeweils nachfolgenden beiden Tage nicht berücksichtigt, so ergeben sich die nachfolgenden Summenkurven der Trockenwettertage für die Jahre 2014 bis 2016.

**Abbildung 1:**  
Summenkurven der  
Trockenwettertage  
2014-2016



### 2.2.1 Dynamische ARA-Bewirtschaftung bei Regenwetter

Im Sinne des Gewässerschutzes soll die Belastung des Furtbaches durch die Einleitung von Mischwasser grundsätzlich minimiert werden. Eine Reduktion der hydraulischen Auslegung der ARA Furthof hätte in diesem Sinne negative Auswirkungen, da bei Regenwetter vermehrt Mischwasser in den Vorfluter entlastet wird. Was eine allfällige Reduktion der vorhandenen hydraulischen Kapazität auf die Mischwasserentlastungen in den Furtbach effektiv für Folgen hat, wurde im Rahmen einer Masterarbeit detailliert untersucht.

Die Untersuchungen beziehen sich auf die Periode vom 16.6.2016 – 13.11.2017. Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine Verminderung der hydraulischen Kapazität von 280 auf 200 l/s sowohl die Entladungsdauer (+ 69%) als auch das gesamte Entlastungsvolumen (+ 36%) deutlich erhöht wird. Die emittierte Ammoniumfracht zeigt ebenfalls eine Zunahme um 13%. Damit wird die Beibehaltung der aktuellen hydraulischen Kapazität der ARA Furthof deutlich unterstützt.

Da das Regenbecken mit rund 60% den grössten Anteil des Entlastungsvolumens und einen grossen Anteil an der Gesamtemission von Ammonium ausmacht, wurden zudem alternative Bewirtschaftungsmöglichkeiten simuliert. Das Regenbecken wird aktuell als Klärbecken betrieben, was für partikuläre Stoffe eine Abscheidewirkung bewirkt, gelöste Stoffe wie Ammonium jedoch ungereinigt entlastet. Beim ARA-Zulauf am unteren Ende der Staukanäle wird zu Beginn von Regenereignissen eine grosse Schmutzstoffmenge aus der Kanalisation angespült. Durch den Standort der Förderpumpe wird dieses stark verschmutzte Mischwasser ins Regenbecken gefördert. Das nachfolgende, verdünnte Mischwasser wird dann durch das stark verschmutzte Mischwasser im Regenbecken geleitet und entlastet, was zu einem Austrag eines Teiles der Schmutzfracht führt. Wird das Becken als Fangbecken betrieben, kann dies, unter Berücksichtigung der höheren Entlastungsaktivität an den Regenüberläufen, verhindert werden. Der Einfluss auf die Ammonium-Gesamtfracht ist trotzdem positiv, da das nachlaufende Mischwasser, welches an den Regenüberläufen entlastet wird, eine grössere Verdünnung und deshalb kleinere Schmutzstoffkonzentrationen aufweist, als das Mischwasser im unteren Teil der Staukanäle. Aus diesen Gründen soll das Regenbecken neu als Fangbecken betrieben werden. Die Umsetzung wird in das bevorstehende Ausbauprojekt integriert.

## 2.3 Schmutzfrachten

Für die massgebenden Auslegungsfrachten werden die 90%-Quantile verwendet. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Dimensionierungsfrachten aller Parameter im Rohabwasser zusammengestellt.

**Tabelle 2:**  
Dimensionierungsfrachten  
Rohabwasser ARA Furthof

Zulauf ARA		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
			90% - Quantil		90% - Quantil
<b>Belastung (aufgrund CSB)</b>					
Einwohnerwerte	EW	19'000	19'000	13'700	13'700
Angeschlossene Einwohner	E	14'150	14'150	10'200	10'200
<b>Frachten</b>					
TOC	kg/d	930	1'180	670	740
CSB	kg/d	2'150	2'550	1'550	1'840
GUS	kg/d	810	1'000	580	720
NH <sub>4</sub> -N	kg/d	125	150	90	108
N <sub>tot</sub>	kg/d	192	211	138	152
P <sub>tot</sub>	kg/d	23	29	16	21

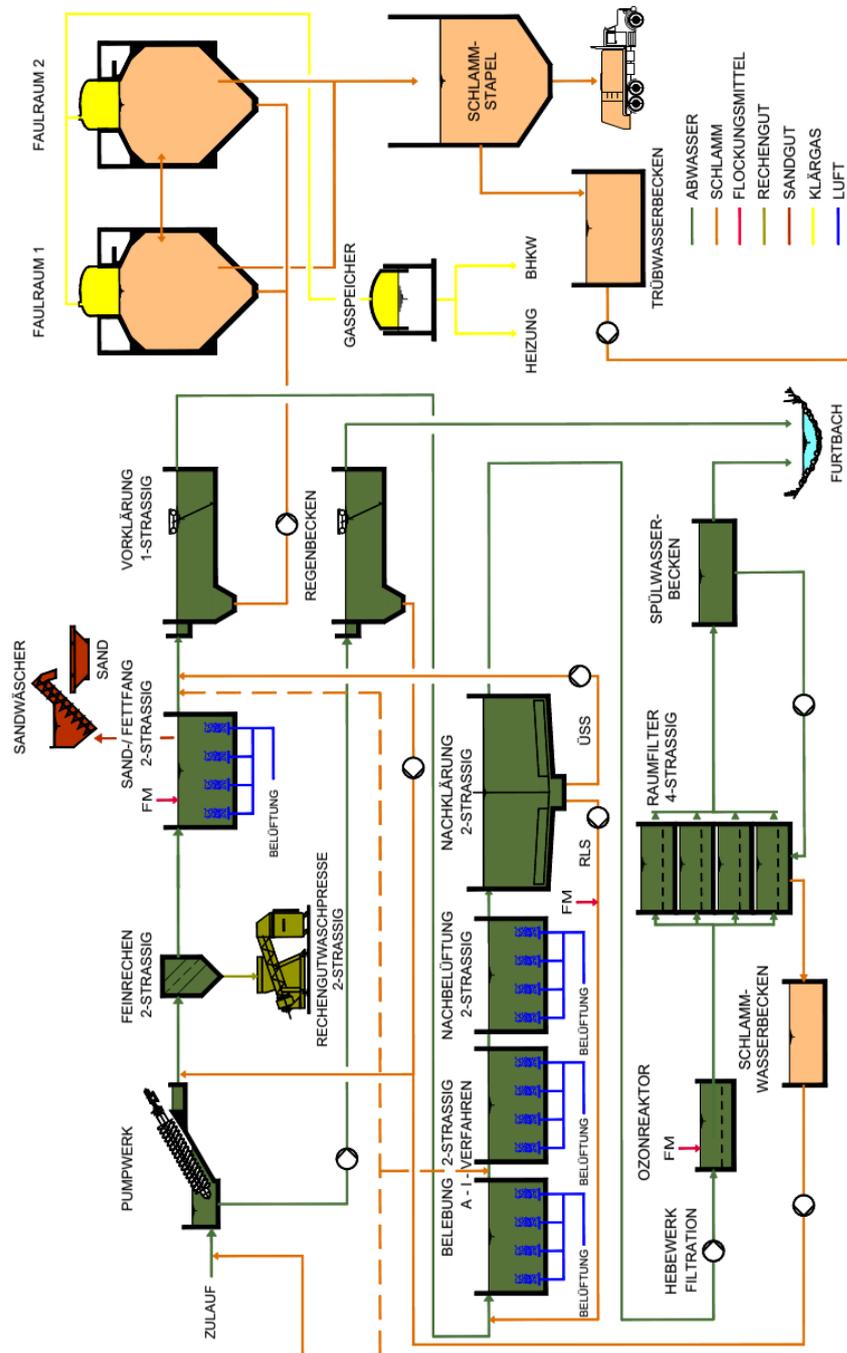
In den Massenbilanzen wird aus den Rohwasserdaten und der berechneten Rückbelastung unter der erwähnten Annahme der zukünftigen Abscheideleistung der Vorklärung (Wirkungsgrad bez. CSB ca. 35%) die Schmutzfracht des Vorklärbeckenabflusses (iterativ) bestimmt.

### 3 VERFAHREN UND MASCHINELLE AUSRÜSTUNG

In den folgenden Kapiteln ist das Verfahren der ausgebauten ARA Furthof grob beschrieben. Zusätzlich sind die daraus resultierenden Massnahmen aufgeführt, welche für den Ausbau und Werterhalt der ARA Furthof vorgesehen sind. Die Pläne und die R+I-Schemas werden als separate Beilagen abgegeben.

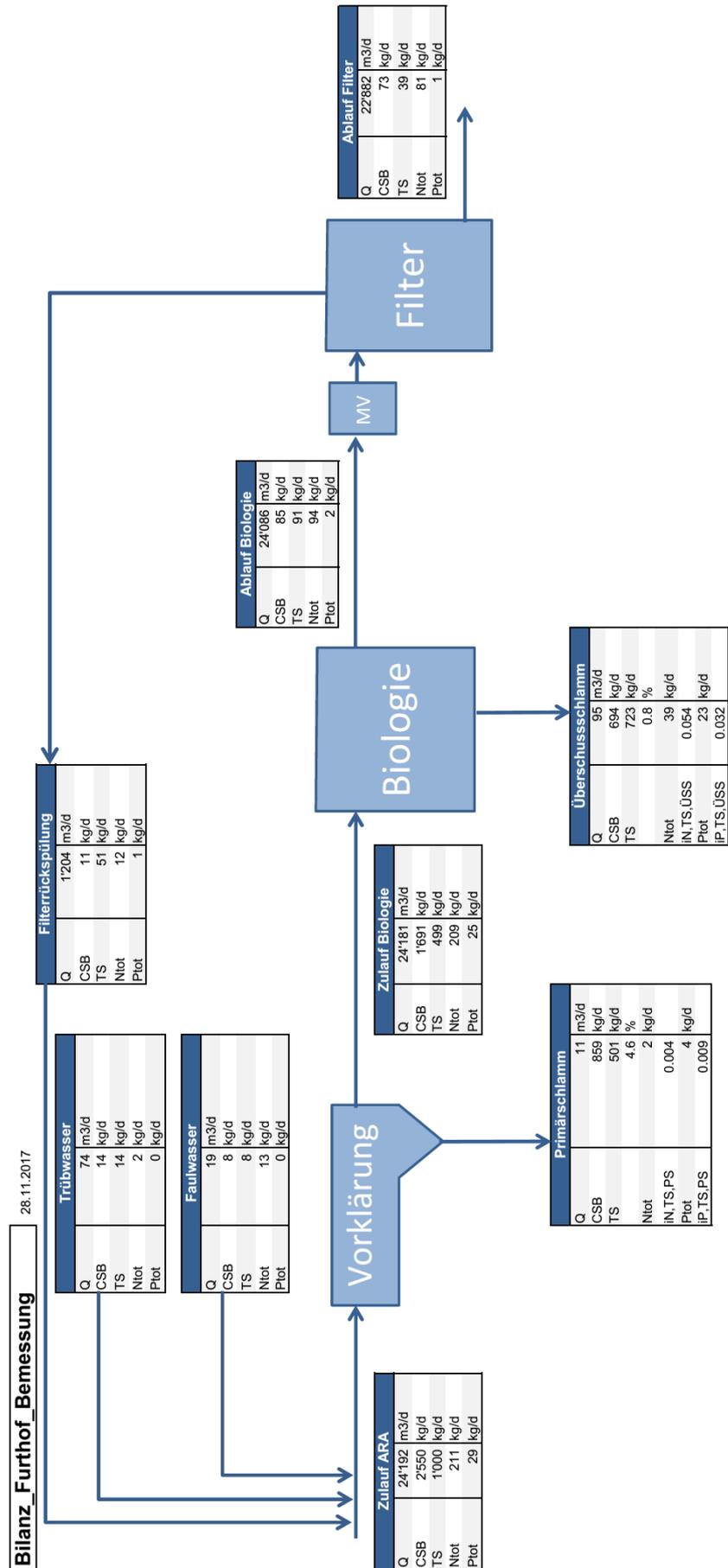
#### 3.1 Fließschema

Abbildung 2:  
Fließschema ARA Furthof

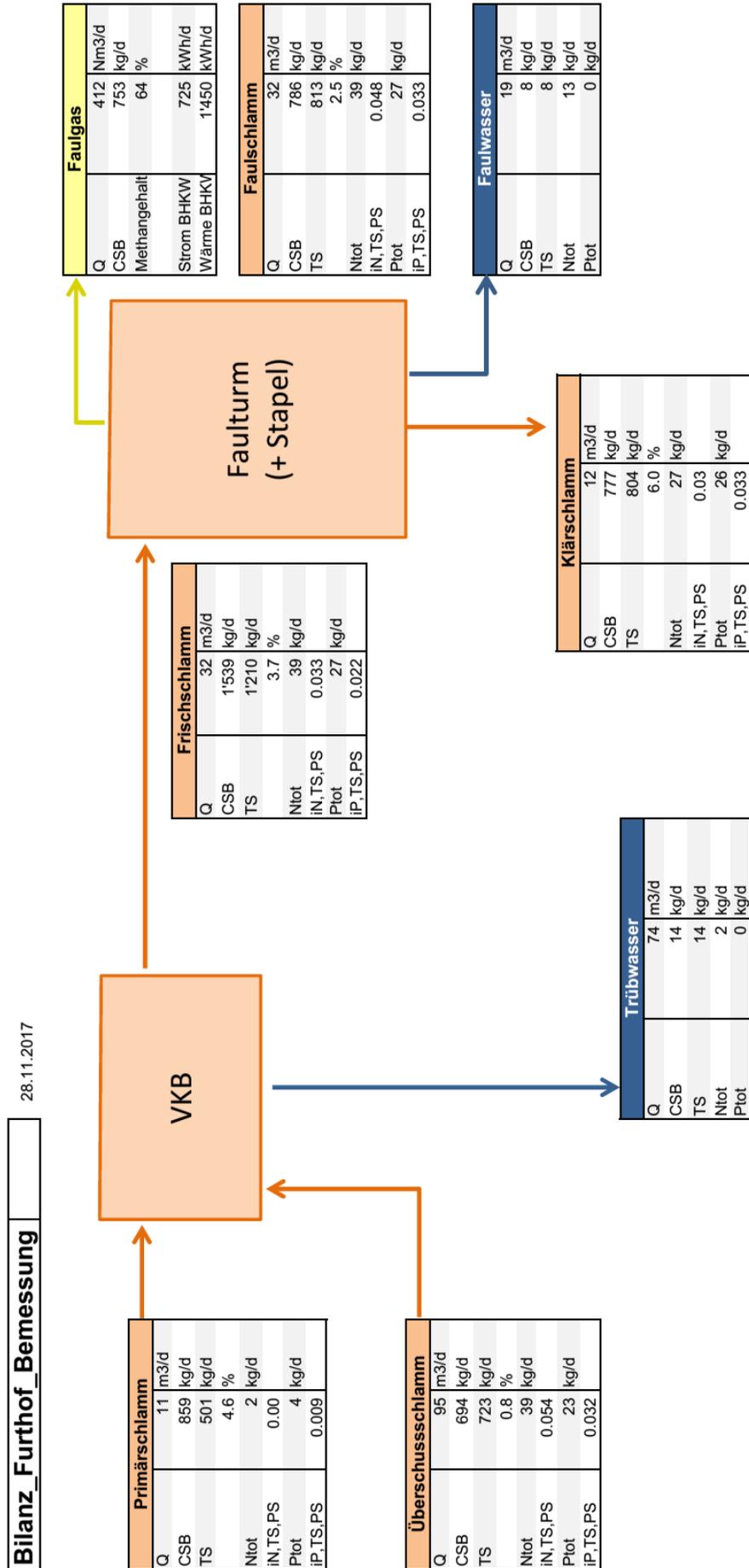


### 3.2 Zukünftige Massenströme

Abbildung 3: Bilanz der Abwasserstrasse der ausgebauten ARA Furthof (Bemessungsfrachten, max. Zulauf bei Regenwetter)



**Abbildung 4:** Bilanz der Schlammbehandlung der ausgebauten ARA Furthof (Bemessungsfrachten)



### **3.3 Abwasserbehandlung**

#### **3.3.1 Zulaufkanäle, Hebewerk, Zulaufdrosselung und mech. Vorreinigung inkl. Bauwerke**

Die gesamte mechanische Vorreinigung war Bestandteil der vorgezogenen Massnahmen, welche in den Jahren 2013 - 2015 umgesetzt wurden. Bzgl. dieser Massnahmen sind keine weiteren Abklärungen mehr notwendig. Beim bestehenden Hebewerk sind Betonschäden sichtbar, welche zu sanieren sind. Zusätzlich müssen auch die Geländer des Hebewerks ersetzt werden, da sie nicht der SUVA-Norm entsprechen. Im Zulaufbereich des Abwassers ist zudem ein Explosimeter vorzusehen.

##### Massnahmen:

- Sanierung sichtbarer Betonschäden beim Hebewerk
- Geländer Hebewerk ersetzen (h=1.1 m)
- Installation eines Explosimeters im Zulaufbereich

#### **3.3.2 Regenbecken**

Eines der beiden parallel angeordneten VKB wird permanent als Regenbecken genutzt. Aus Redundanzgründen ist das Regenbecken jedoch analog zum VKB ausgerüstet und entsprechend auch weiterhin als solches nutzbar. Die Reinigung des Regenbeckens erfolgt mittels Räumern. Bei Bedarf wird das Becken zusätzlich von Hand gereinigt.

Zur Regenwasserbehandlung gehört ebenfalls die Bewirtschaftung der grossen Volumina in den Staukanälen. Abschätzungen haben ergeben, dass in rund 1'800 m Kanallänge rund 2'600 m<sup>3</sup> Stauvolumen effektiv genutzt werden können. Das Zusammenwirken der grossen hydraulischen Kapazitäten der ARA, der Stauvolumina in den Kanälen und des Regenklärbeckens hat sich bestens bewährt und wird weiter betrieben.

Die weiteren Massnahmen stimmen mit denjenigen des VKB überein und sind im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

### 3.3.3 Vorklärbecken

In der nachfolgenden Tabelle sind die Dimensionierungsgrundlagen des VKB dargestellt.

**Tabelle 3:**  
Dimensionierungsgrundlagen VKB

Beckenabmessungen	Dim.	
Anzahl Strassen	-	1
Länge	m	30.0
Breite	m	6.5
Wassertiefe	m	2.50
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	488
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	488
Oberfläche pro Strasse	m <sup>2</sup>	195
Oberfläche total	m <sup>2</sup>	195

Die Vorklärung wird zukünftig dauerhaft einstrassig betrieben. Bei den bestehenden Becken, wobei eines permanent als Regenbecken genutzt wird, werden bauliche Sanierungsarbeiten durchgeführt (siehe Kap. 5.1.2). Der bestehende, über beide Becken ragende Räumler wird aus Gründen der Zweckmässigkeit und Wirtschaftlichkeit komplett durch zwei neue, getrennte Schleppräumer ersetzt. Die Schwimmschlammräumung in der Vorklärung wird automatisiert und das Becken im Zulaufbereich mit einer Auflaufnase ausgestattet. Die Beton-Ablaufrinne wird wegen der ungeeigneten Hydraulik und Feststoffabscheidung abgebrochen und durch eine Stahlkonstruktion ersetzt. Die Aufteilung des vorgeklärten Abwassers auf die beiden Abwasserstrassen erfolgt neu über Überfallkanten. Die beiden Krählerwerke in den Trichtern werden saniert, wobei die Getriebe aus Redundanzgründen bestehen bleiben. Eine zukünftige Reparatur ist jederzeit möglich.

Im Regenbecken kommt im Gegensatz zum Vorklärbecken ein Schleppräumer ohne Schwimmschlammschild zum Einsatz und die Beton-Ablaufrinne bleibt bestehen.

#### Massnahmen:

- Dauerhafter, einstrassiger Betrieb, wobei 2. Becken als Redundanz zum VKB nutzbar ist
- Permanente Umnutzung eines Beckens als Regenbecken
- zwei neue, getrennte Seilzugräumer, da Sanierung best. Räumler teuer und nicht zweckmässig
- Automatisierung des Schwimmschlammschildes mit Auflaufnase im Zulauf des VKB
- Neue Ablaufrinnen und Absperrschützen aufgrund der Hydraulik, Aufteilung auf die beiden Abwasserstrassen mittels Überfallkanten der neuen Ablaufrinnen
- Sanierung Krählerwerke (Korrosionsschutz und Schaber), Getriebe bleiben

### 3.3.4 Biologie

Das gewählte A/I-Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung basiert auf dem konventionellen Belebtschlammverfahren. Dabei werden jedoch die beiden parallelen Biologiestrassen alternierend beschickt und intermittierend belüftet. Die Beschickung erfolgt jeweils in die nicht belüftete Zone, damit gut abbaubare Stoffe für die Denitrifikation zur Verfügung stehen.

Den beiden A/I-Strassen ist ein belüftetes Volumen zur Nitrifikation nachgeschaltet (neu). Diese Betriebsweise der Biologie erlaubt die geforderte Stickstoffelimination mit Ablaufwerten von 15 mg N<sub>tot</sub>/l im Jahresmittel zu gewährleisten. Das bisherige Reinigungsprinzip, bestehend aus Belebungsbecken, Nachklärbecken, Rücklaufschlammförderung und simultaner Phosphatfällung bleibt erhalten. Den beiden bestehenden Belebungsbecken werden jedoch aus Kapazitätsgründen zwei neue Belüftungsbecken nachgeschaltet.

Das aus der mechanischen Stufe zufließende Abwasser wird in den beiden Biologiestrassen mit dem Belebtschlamm vermischt. Dieser baut unter aeroben Bedingungen (Luftsauerstoff, welcher über ein Belüftungssystem eingetragen wird) die organischen Substanzen ab und wandelt Ammonium-Stickstoff über Nitrit- zu Nitrat-Stickstoff um (Nitrifikation). Das Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch fließt durch die beiden seriell geschalteten Polyvalentbecken, welche über eine Rohrleitung miteinander verbunden sind, und strömt anschliessend in das Nachbelüftungsbecken. Hier wird im Gegensatz zu den vorangegangenen Polyvalentbecken permanent Luft eingeblasen, um einerseits die Restnitrifikation zu gewährleisten und andererseits eine Phosphor-Rücklösung zu verhindern. Anschliessend gelangt das Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch in die Nachklärung, wo sich der Belebtschlamm absetzt. Der abgesetzte Belebtschlamm wird mittels Rundräumern und Schneckenhebewerkspumpen als Rücklaufschlamm wieder in die Belebungsbecken zurückgefördert.

Der aus der Nitrifikation entstehende Nitrat-Stickstoff wird mit dem Rücklaufschlamm in den Zulaufbereich der Biologiestufe zurückgefördert, und zwar jeweils in die gerade unbelüftete Biologiestrasse (A/I-Verfahren). In dieser Anoxzone (während Beschickung unbelüftet) wird der Nitrat-Stickstoff unter anoxischen Bedingungen (kein Sauerstoff, aber Nitrat vorhanden) zu atmosphärischem Stickstoff umgewandelt (Denitrifikation). Die Denitrifikation wird durch die A/I-Betriebsweise unterstützt. Die Anoxbecken werden mit intermittierenden Luftstössen umgewälzt.

Durch Beigabe von Metallsalzen in den Zulauf zur Belebung erfolgt die Ausfällung der gelösten Phosphorverbindungen (Simultanfällung).

Die Gebläsestation der gesamten Biologie wird erneuert und räumlich über den neuen Biologiebecken platziert. Es ist eine Kollektoriösung mit drei Gebläsen vorgesehen (alle Gebläse fördern in dieselbe Leitung – ab der

Sammelleitung wird die Luft über den Sauerstoffbedarf geregelt und auf die Belüftungsbecken aufgeteilt).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Dimensionierungsgrundlagen der Biologiebecken dargestellt.

**Tabelle 4:**  
Dimensionierungsgrundlagen Belebungsbecken

Beckenabmessungen	Dim.	
<b>Polyvalentbecken</b>		
Anzahl Strassen	-	2
Beckenbreite pro Strasse	m	4.2
Beckenlänge pro Strasse	m	35.0
Wassertiefe	m	4.20
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	617
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	1'235
<b>Polyvalentbecken neu</b>		
Anzahl Strassen	-	2
Beckenbreite pro Strasse	m	4.6
Beckenlänge pro Strasse	m	21.5
Wassertiefe	m	4.20
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	415
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	831
<b>Anoxzone total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>2'066</b>
<b>Nitrifikationsbecken 1</b>		
Anzahl Strassen	-	2
Beckenbreite	m	4.6
Beckenlänge	m	13.6
Wassertiefe	m	4.20
Beckenvolumen	m <sup>3</sup>	263
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	526
<b>Aerobzone total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>526</b>
Schlammkonzentration	kg/m <sup>3</sup>	3.50
<b>Belebungsbecken total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>2'591</b>

#### Massnahmen:

- Neubau nachgeschaltete, zweistrassige Belüftungsbecken
- Auskreuzungsbauwerk der beiden Biologiestrassen
- Neue NSV und Gebläsestation
- Erneuerung der Lufteintragssysteme inkl. Membranbelüfter
- Ersatz der Geländer bei den bestehenden Belebungsbecken
- Bau notwendiger Verbindungen zwischen den beiden Biologiestrassen inkl. Schützen

#### **3.3.5 Nachklärung & Rücklaufschlammumpen**

In den beiden runden Nachklärbecken setzen sich die Belebtschlammflocken ab. Die Nachklärung kann heute trotz der geringen Tiefe eine Hydraulik von 280 l/s bewältigen, weshalb sie in der heutigen Form belassen wird. Die Rundräumer sowie die Ablaufrinnen werden jedoch komplett ersetzt. Aufgrund der Frostgefahr werden Räumerantriebe auf der Innenseite der Fahrbahn vorgesehen. Beheizbare Räumerfahrbahnen sind somit nicht notwendig.

Die RLS-Schnecken werden durch neue Schneckenpumpen in Rohrkonstruktion inkl. FU ersetzt, so dass ein eingestauter Betrieb wie auch eine Mengenregelung möglich ist. Die Verteilung des RLS muss aufgrund der zusätzlichen Belebungsbecken und der Umrüstung auf das AI-Verfahren angepasst werden. Mittels automatisierten Einlaufschützen wird der Rücklaufschlamm in die jeweils gerührte Biologiestrasse rückgeführt. Für die konventionelle Betriebsweise können die beiden RLS-Strassen mit Hilfe eines Handschützes komplett voneinander getrennt werden.

Der anfallende Überschussschlamm wird direkt aus dem Rücklaufschlammumpensumpf entnommen und über die Vorklärung der Schlammbehandlung zugeführt. Die ÜSS-Pumpen werden ersetzt und mit einer MID-Messung überwacht.

**Tabelle 5:**  
Dimensionierungsdaten  
Nachklärbecken

Beckenabmessungen	Dim.	
Anzahl Strassen	-	2
Beckenradius	m	11.0
Wassertiefe	m	2.54
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	965
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	1930
Oberfläche pro Strasse	m <sup>2</sup>	380
Oberfläche total	m <sup>2</sup>	760
Schlammkonzentration	kg/m <sup>3</sup>	3.50
Schlammvolumenindex	ml/g	100

#### Massnahmen:

- Ersatz der Räumler und neue Ablaufrinnen
- Erhöhung Redundanz bei Betrieb von BB und NKB
- Neue RLS-Schneckenpumpen in Rohrkonstruktion mit FU-Steuerung
- Neue Verteilung RLS für AI-Betrieb
- 2 neue Pumpen inkl. Leitung und MID für ÜSS-Abzug
- Ablaufleitungen zum neuen Hebewerk der Filtration

### **3.3.6 Hochwasserpumpwerk**

Das bestehende Hochwasserpumpwerk wird nicht mehr benötigt. Das Bauwerk wird stehen gelassen, die Pumpen werden demontiert und elektrisch rückgebaut.

#### Massnahmen:

- Bauwerk wird stehen gelassen
- Demontage der Pumpen und Steuerung
- Teilentlastung im Handbetrieb möglich

### 3.3.7 Ablaufbauwerk in Furtbach

Die Ablaufleitung des Regenbeckens in den Vorfluter wird weiterverwendet. Die Ableitung des gereinigten ARA-Abwassers wird umgestaltet. Das gereinigte Abwasser füllt im Anschluss an die neue Filtration das Spülwasserbecken und überfällt in einen neuen Ablaufkanal, welcher über den bestehenden Ablaufkanal des Nachklärbeckens 1 in das Ablaufbauwerk mündet. Bei den beiden Nachklärbecken verhindert jeweils ein Handschütz ein Rückströmen in die Nachklärung. An der Einleitung in den Furtbach sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

## 3.4 MV-Stufe

### 3.4.1 Gesetzliche Grundlagen

Gemäss der aktuellen Gewässerschutzverordnung (GSchV, Stand 02. Februar 2016) und den Vorgaben des AWEL ist die ARA Furthof aufgrund des hohen Abwasseranteils an der Wassermenge im Vorfluter zu einem Ausbau verpflichtet.

Am 1. Januar 2016 trat die Änderung des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) zur Finanzierung der vierten Reinigungsstufe auf ARA in Kraft. Die Abgeltungen für die Erstellung und Beschaffung von Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen bei ARA betragen demnach 75 Prozent der anrechenbaren Kosten (im Rahmen der verfügbaren Mittel des Bundes). Diese Abgeltung gilt im Fall der ARA Furthof für die gesamte MV-Stufe, d.h. für die Ozonung als auch für die als biologische Nachbehandlung eingesetzte Raumfiltration.

Der gemittelte Reinigungseffekt einer ARA, bezogen auf Rohabwasser und die festgelegten Leitsubstanzen, muss laut GschV 80% betragen. Im ersten Betriebsjahr müssen mindestens 12 und in den nachfolgenden Jahren jeweils 6 48-h-Sammelproben untersucht werden.

### 3.4.2 Wahl des Ozonverfahren

Die Verfahren zur Entfernung von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser müssen eine Breitbandwirkung aufweisen, technisch machbar und insbesondere wirtschaftlich tragbar sein. Nach heutigem Stand erfüllen oxidative Verfahren mittels Ozonung und adsorptive Verfahren mittels Aktivkohle diese Anforderungen. Entscheidend für die Verfahrenswahl sind mehrere Faktoren wie Wassermatrix, Eigenschaften und Kapazität der Biologie und Faulung, bestehende Infrastruktur, Platzbedarf und Wirtschaftlichkeit.

Bei der ARA Furthof wurde das Verfahren Ozonung hauptsächlich aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, der Eigenschaften und Kapazität der Biologie und Faulung sowie der Wassermatrix gewählt. Die Abklärungen zur Verfahrenseignung mittels Ozonung sind positiv und zudem ist dieses Ver-

fahren deutlich wirtschaftlicher. Gemäss dem Bericht „Kosten der Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser“, welcher im Auftrag des BAFU durch die BG Ingenieure und Berater AG im Jahr 2012 verfasst wurde, ist eine Ozonung mit neuer Filtration für die ARA Furthof, mit einer Dimensionierungsgrösse von 19'000 EW, sowohl bei den spez. Investitions- als auch Betriebskosten jeweils um rund 40% günstiger als PAK mit neuer Filtration. Zudem eignen sich die bestehenden Kapazitäten der Nachklärbecken und Faulanlagen weniger für einen erhöhten Schlammanfall durch PAK.

### 3.4.3 Verfahrensgrundlagen

Bei einer Ozonung von biologisch gereinigtem Abwasser wird eine breite Substanzpalette oxidiert. Es kommt zu einem Aufbrechen verschiedener komplexer, chemischer Bindungen, so dass die Substanzen einem anschliessenden biologischen Abbau sehr viel zugänglicher sind. Während dieses Vorgangs werden neben Mikroverunreinigungen auch Mikroorganismen zerstört.

Um die entstandenen Oxidationsprodukte soweit als möglich biologisch abzubauen und den damit gleichzeitig gestiegenen CSB, respektive BSB<sub>5</sub> wieder zu reduzieren, muss einer Ozonung eine Filtrationsstufe nachgeschaltet werden.

#### Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung:

Im Rahmen des Bauprojekts wurden die von der VSA empfohlenen Abklärungen bezüglich der Verfahrenseignung von der Ozonung erfolgreich abgeschlossen. Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind im Folgenden stufenweise zusammengefasst. Die Details zu den Beurteilungen und Resultaten können in den beigelegten Berichten der ENVILAB AG nachgelesen werden.

#### 1. Betrachtungen zum Einzugsgebiet

Im Rahmen der Einzugsgebetsbetrachtung wurde ein problematischer Einleiter bezüglich Bromid identifiziert. Und zwar handelt es sich dabei um die TOI TOI AG in Buchs, welche ein bromidhaltiges Desinfektionsmittel für die TOI TOI Reinigung einsetzt. In der Folge wurde die Bromidbelastung des TOI TOI Abwassers genauer bestimmt, um die Auswirkung der Einleitung dieses Abwassers auf die ARA Furthof abzuschätzen. Die Analysen haben gezeigt, dass die mittlere Konzentration des TOI TOI Abwassers um die 23 mg Br-/l liegt. Werden die projektierten 10 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag auf die ARA geleitet, so könnte aufgrund der erhöhten Bromidkonzentrationen auf der ARA eine Ozonung problematisch sein. Die Analyseresultate etc. sind im beigelegten Bericht der ENVILAB AG vom November 2016 zu finden.

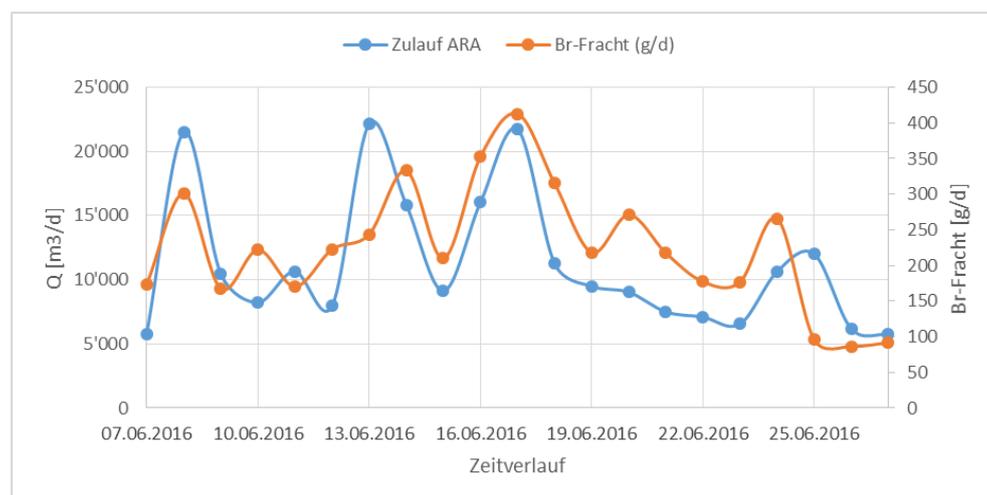
An der Besprechung vom 20. April 2017 informierte der Geschäftsführer der TOI TOI AG den Kläranlageverband Buchs-Dällikon darüber, dass die TOI TOI AG spätestens per Ende 2018 die chemischen Toilet-

ten an einem anderen Standort lagern wird. Damit fällt dieser problematische Einleiter bezüglich Bromid in Zukunft weg, womit das Abwasser in Zukunft als „unauffällig“ beurteilt werden kann.

## 2. Messungen Zulauf Ozonung

Die gemessenen Bromidkonzentrationen bewegen sich zwischen 11 und 30 µg/l und liegen damit unter der typischen Belastung von rein kommunalem Abwasser von 37 µg/l (siehe Bericht der ENVILAG AG). Im Vergleich zu diesem und zu anderen kommunalen ARA in der Schweiz ist die Bromidbelastung der ARA Furthof im durchschnittlichen bis eher tieferen Bereich.

Werden die täglichen Werte der Abwasserzulaufmenge der ARA und der Bromidfracht einander gegenübergestellt, so wird eine relativ gute Korrelation ersichtlich (siehe nachfolgende Abbildung). Dies ist ein Indiz dafür, dass die vorhandene Bromidbelastung praktisch der Grundbelastung des anfallenden Abwassers entspricht und nicht etwa industriellen Quellen entstammt.



## 3. Messungen Zulauf Ozonung

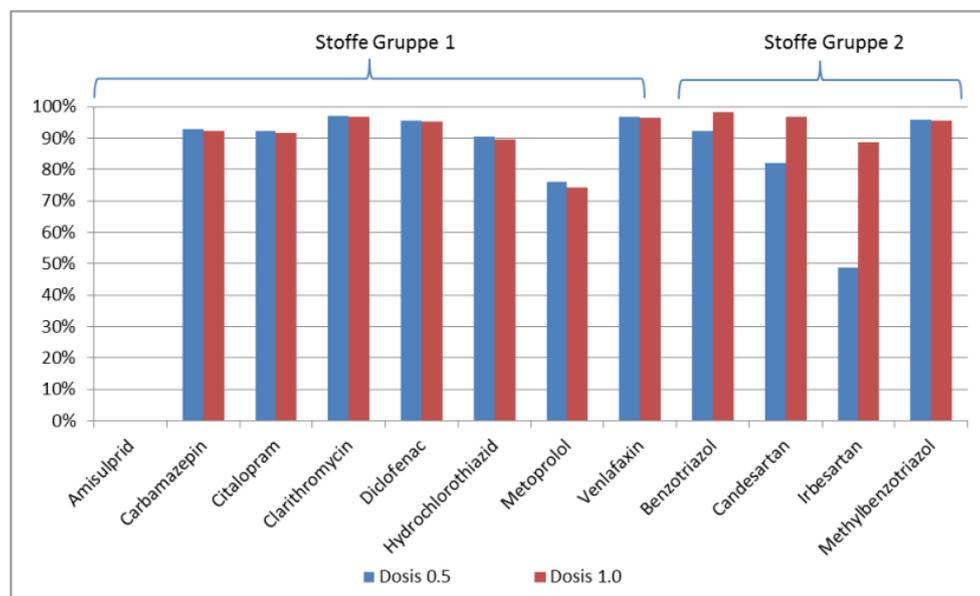
Die Ozonzehrung Die Laboruntersuchungen der Module 1 bis 3 (chemische Untersuchungen) gemäss dem an der EAWAG entwickelten Beurteilungskonzept zeigen, dass das gereinigte Abwasser der ARA Furthof für die Behandlung mit Ozon gut geeignet ist. Es wurden keine auffälligen Punkte identifiziert (siehe angefügte Abbildung aus dem Bericht der ENVILAB AG).

Untersuchte Probe	Modul 1	Modul 2	Modul 3
	Charakterisierung des Verhaltens von Ozon im Abwasser	Spurenstoffabbau	Oxidationsnebenprodukte
Mischprobe Ablauf Nachklärbecken v. 05.07. - 10.07.2016 und 19.10.- 24.10.2016 (Proben-Nr. 3256 und 5031)			

**Grün:** Ergebnisse des Testmoduls weisen auf ein übliches Verhalten hin und würden eine Ozonung zulassen, **Orange:** Gewisse Aspekte müssen genauer abgeklärt werden; **Rot:** Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Ozonung für diese Anlage nicht geeignet ist.

Die Ozonzehrung wurde für Dosierungen von 0.5, 1.0 und 1.5 gO<sub>3</sub>/gDOC bestimmt. Bei einer Dosierung von 1.0 gO<sub>3</sub>/gDOC ist der Ozonabbau nach rund 8 Minuten weitgehend abgeschlossen. Bei niedrigerer Dosierung entsprechend früher. Die Ozonexposition und OH-Radikalexposition liegt dabei im üblichen Bereich für schweizer ARA. Fazit: Das Abwasser der ARA Furthof eignet sich demzufolge für eine Behandlung mit Ozon.

Der Abbau der im Abwasser enthaltenen Spurenstoffe wurde bei zwei verschiedenen Ozondosen (0.5 und 1.0 gO<sub>3</sub>/gDOC) gemäss nachfolgender Abbildung bestimmt.



Bereits für eine Ozondosis von 0.5 gO<sub>3</sub>/gDOC wurde für die untersuchte Abwasserprobe (Ablauf NKB) ein durchschnittlicher Spurenstoffabbau (arithmetisches Mittel) von 87% erreicht.

Es wurden keine Nitrosamine in den Proben nachgewiesen. Erst bei Ozondosen von 1 gO<sub>3</sub>/gDOC wurde NDMA (Dimethylnitrosamin) mit einer Konzentration von 0.02 µg/L detektiert. Dieser Wert liegt aber deutlich unter dem von der WHO empfohlenen Trinkwasserrichtwert

von 0.1 µg/l. Zudem werden NDMA in Sandfiltern meist abgebaut.  
Fazit: Es wird daher davon ausgegangen, dass Nitrosamine für die Ozonung der ARA Furthof kein Problem darstellen.

Der Kanton Zürich empfiehlt Ozonung als Verfahren ausschliesslich für ARA mit Bromidkonzentrationen im Ablauf von < 50 µg/l [11] und gibt als Richtwert eine Abflusskonzentration nach Ozonung von maximal 10 µg/l Bromat an. In Versuchen wurde nachgewiesen, dass 10 bis maximal 15% des Bromids zu Bromat umgewandelt wird. Das Abwasser der ARA Furthof weist einen niedrigen Bromidgehalt (zwischen 8 und 30 µg/l [10], respektive zwischen 6 und 80 µg/l [11]) und bei Ozonzugabe nur niedrige Bromatbildungsraten auf (2.5% bei 1.0 gO<sub>3</sub>/gDOC).  
Fazit: Gemäss den untersuchten Proben der ARA Furthof stellt die Bromatbildung kein Problem dar.

#### 4. Biotests

Um die Bildung von unbekanntem toxischen Oxidationsnebenprodukten zu prüfen, wurden die nachfolgend aufgelisteten Biotests im Ablauf NKB und im ozonierten Abwasser nach der Simulation einer biologischen Nachbehandlung durchgeführt:

- Ames-Test
- Kombiniertes Algentest
- Daphnien-Test
- Fischeitest

Die Resultate der Analysen sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Parameter	Einheit	2643 (Ablauf NKB)	2643-1.0B (ozonierte Probe plus biologische Nachbehandlung)
Ames Test SPE TA98 - S9	Mutagene Datenpunkte und Dosisabhängigkeit (Zusammenfassende Beurteilung)*	kein Effekt*	kein Effekt*
Ames Test SPE TA98 + S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Ames Test SPE TA100 - S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Ames Test SPE TA100 + S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Algen Photosynthese (mit SPE)	Diuron equivalent concentration (DEQ) (ng/L)**	78 ± 4	4.73
Algen Wachstum (mit SPE)	Toxic equivalent concentration (TEQ) (mg/L)	1.95	Keine Hemmung
Daphnien Test	EC <sub>50</sub> resp. EC <sub>20</sub> ***	Non toxic, NOEC=90%	Non toxic, NOEC=81.8%
Fischeitest	G-Wert****	G1	G1

\* Mutagenität nicht signifikant. Wenn der Anstieg des Signals im Vergleich zur Basislinie bei der höchsten getesteten Konzentration <2 ist, ist das Testergebnis als negativ (kein Effekt) zu beurteilen.

\*\*Der ökotoxikologische Beurteilungswert für Diuron im Oberflächengewässer beträgt 70 ng/L. Bei einer Überschreitung dieses Wertes können negative Effekte auf Wasserorganismen nicht mehr ausgeschlossen werden ([www.oekotoxzentrum.ch](http://www.oekotoxzentrum.ch)).

\*\*\*Beurteilung der EC<sub>50</sub> resp. EC<sub>20</sub> Werte gemäss dem Vorschlag im Bericht „Guide pour l'utilisation des tests ecotoxicologiques“ 2002 im Auftrag der CIPEL (Commission internationale pour la protection des eaux du Léman). Als Beurteilungswerte für „nicht toxisch“ gelten: EC<sub>50</sub> nicht messbar, EC<sub>20</sub> > 50%.

\*\*\*\*Angabe wird die niedrigste Verdünnungsstufe, bei der mind. 90% der Eier überleben. G1 = 100% Abwasser, G2 = 50% Abwasser, G3: 25% Abwasser, G4: 12.5% Abwasser.

Die Ames-, Daphnien- und Fischeitests sind alle im grünen Bereich. Es konnten weder mutagene und toxische Wirkungen noch sonstige Ef-

fekte aufgezeigt werden. Der kombinierte Algentest weist sowohl bei der Photosynthese- als auch bei der Wachstumshemmung eine deutliche Verbesserung durch die Ozonung auf. Die unbehandelte Probe, vor der Ozonung, zeigt nur eine niedrige Wachstumshemmung, während diejenige nach der Ozonung keine Hemmung zeigt. Die Photosynthesehemmung, gemessen in Diuron-Äquivalenten (DEQ), wird um ca. einen Faktor 16 vermindert.

Fazit: Die Biotests sind insgesamt als unauffällig zu beurteilen.

Die erste grosstechnische Ozonanlage für kommunales Abwasser in der Schweiz, die ARA Neugut in Dübendorf, kommt mit einer Ozondosierung von 0.4 gO<sub>3</sub>/gDOC ohne weiteres auf die geforderte 80%ige MV-Elimination. Wir gehen davon aus, dass das Abwasser der ARA Furthof mit einer Dosierung von 0.4 gO<sub>3</sub>/gDOC ebenfalls ausreichend behandelbar ist, da für die Berechnung der MV-Elimination die in den Versuchen nicht mitbewertete MV-Elimination der biologischen Stufe hinzukommt.

Fazit: Als Ozondosierung für die Dimensionierung wird entsprechend 0.4 gO<sub>3</sub>/gDOC angenommen. Der geforderte Abbau von 80% in Bezug auf das Rohabwasser ist gut erreichbar.

#### 3.4.4 Hebewerk MV-Stufe

Für die zusätzliche Stufe zur Elimination der Mikroverunreinigungen sowie die nachfolgende Raumfiltration wird ein Hebewerk notwendig. Das Abwasser der beiden Nachklärbecken fliesst im neuen Ablaufschacht NKB zusammen und anschliessend in die MV-Vorlage im neuen Filtrationsgebäude. Von dieser Vorlage wird das Abwasser mittels 2+1 Pumpen auf die notwendige Höhe angehoben. Anschliessend fliesst das Abwasser im freien Gefälle durch die Ozonung und Filtration. Das hydraulische Längenprofil der neuen Verfahrensschritte wird derart gewählt, dass der Abfluss in den Furtbach auch bei Hochwasser im freien Gefälle erfolgen kann. Das Ablaufsystem kann aber bei grosser Wasserführung im Vorfluter vollständig eingestaut sein.

##### Massnahmen:

- Zulaufleitungen ab den beiden NKB
- Neubau Pumpenvorlage und Hebewerk
- Definition hydraulisches Längenprofil für Abfluss in freiem Gefälle in Furtbach
- By-Pass Ozonung und Filtration im Havariefall

### 3.4.5 Ozonung

Sauerstoff wird in einem Flüssigsauerstofftank mit einem Nutzvolumen von ca. 30 m<sup>3</sup> im Freien gelagert und über die Gasaufbereitungsstrecke dem Generator zugeführt (mit Verdampfer, O<sub>2</sub>-Filter, Druckregulierung und Zudosierung von Druckluft). Mit einem durchschnittlichen Sauerstoffverbrauch von ca. 70 t/a ist der Lagertank grosszügig ausgelegt. Es sind entsprechend ca. 4 Lieferungen à 20 t Flüssigsauerstoff pro Jahr notwendig. Im Ozongenerator wird Sauerstoff durch ein Entladungsverfahren zu Ozon umgewandelt und über feinporige Diffusoren in den Abwasserstrom im Ozonreaktor eingetragen. Der Ozonreaktor ist in mehrere Kammern unterteilt, um eine gute Einmischung des Ozongases in den Abwasserstrom zu ermöglichen, eine gleichmässige Aufenthaltszeit zu erreichen und Kurzschlüsse auf der Reaktionsstrecke zu verhindern. Ozon kann in Kammer 1 und Kammer 3 über jeweils ein Register mit zahlreichen Diffusoren eingebracht werden, sodass die Ozonzugabe differenziert gesteuert und die Ozoneintragsmenge entsprechend optimiert werden kann.

Aufgrund der stark oxidierenden Wirkung von Ozon ist der Ozonreaktor gasdicht abgeschlossen. Das Restgas wird über einen Restozonvernichter abgezogen, das enthaltene Ozon in Sauerstoff umgewandelt und über einen Kamin ins Freie ausgeblasen. Der Luftraum über dem Reaktor steht dadurch konstant unter leichtem Unterdruck. Zulauf und Auslauf sind jeweils mit einem Siphon versehen, um ein Austreten von ozonhaltigem Gas zu unterbinden.

Der Generatorraum wird mit Ozon und Sauerstoffsonden überwacht, die bei übermässigen Konzentrationen die Belüftung verstärken und einen Gasalarm auslösen. Im Notfall wird der Ozongenerator abgeschaltet und die Sturmblüftung aktiviert.

Im Ablauf des Ozonreaktors ist zusätzlich ein Reaktorbecken vorgesehen, in welchem Fällmittel zur Phosphatfällung zudosiert und mittels Rührwerk eingemischt werden kann. Dies verbessert einerseits die Filtrationseigenschaften des Abwassers und unterstützt andererseits die vollständige Aufzehrung des evtl. noch vorhandenen Ozons.

Für Beckenrevisionen sind Umfahrungen vorgesehen. Der Ozonreaktor kann ab dem MV-Hebewerk entweder allein oder in Kombination mit den Filtern umfahren werden. Dies bedeutet, dass bei Revision des Ozonreaktors die Filter weiter in Betrieb stehen können. Eine isolierte Umfahrung der Filterzellen ist nur im Notfall, bei gleichzeitigem Zuschlagen aller Filter, vorgesehen.

#### Dimensionierung:

Grundsätzlich soll eine Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen gemäss Empfehlung der VSA auf Vollstrombehandlung ausgelegt werden. Die Ozonung und nachfolgende Filtration wird somit auf den maximalen ARA-Zufluss von 280 l/s ausgelegt.

Nach den neuesten Erkenntnissen aus Praxis und Wissenschaft ist in den Ozonreaktoren eine Aufenthaltszeit von mindestens 15 Minuten vorzusehen.

Die Bemessung der Generatoren wird durch die notwendige Ozondosierung bestimmt. Gemäss den in Kapitel 3.4.3 erläuterten Versuchsergebnissen sowie grosstechnischen Erfahrungen, wird für die ARA Furthof aktuell von einer Ozondosierung von 0.4 gO<sub>3</sub>/gDOC ausgegangen (s. Tabelle 6).

**Tabelle 6:**  
Auslegung Ozonproduktion  
im Ausbauziel

Parameter	Dim.	Mittel	Bemessung
<i>Frachten 2013-2015</i>			
DOC-Fracht im Ablauf NKB	kg/d	27.0	58.5*
Nitrit-Fracht im Ablauf NKB	kg/d	0.33	2.56*
Ozondosierung	gO <sub>3</sub> /gDOC	0.4	0.4
	gO <sub>3</sub> /gNitrit	3.4	3.4
Ozonbedarf 2013-2015	kg O <sub>3</sub> /h	0.50	1.14
Ozonbedarf 2040 (+ 38.7 %, gemäss Einwohnerwerte 2040)	kg O <sub>3</sub> /h	0.69	1.58
Effizienz Ozoneintrag	%	95	95
<b>Ozoneintrag/-produktion</b>	<b>kg O<sub>3</sub>/h</b>	<b>0.73</b>	<b>1.66</b>

\* 99%-Quantil

Die Anlage wird einstrassig ausgeführt, da gemäss Empfehlung der VSA bei Vollstrombehandlung keine Redundanzen erforderlich sind. Die Höhe des Wasserspiegels im Ozonreaktor, d.h. die Pumphöhe im MV-Hebewerk ergibt sich aus den Verlusten der Ozonung, der Filtration sowie dem bei Hochwasser notwendigen Mindestwasserdruck im Auslauf um einen Rückstau zu vermeiden.

**Tabelle 7:**  
Dimensionierungsdaten  
Ozonung

Beckenabmessungen / Dimensionierungsparameter	Dim.	
Zulauf ARA	l/s	280
Zulauf Ozonung (Qdim)	l/s	310
<b>Ozonreaktor</b>		
Anzahl Reaktoren	#	1
Anzahl Kammern	#	6
Tiefe Kammern Nr. 1-6	m	8.20
Länge Reaktor	m	7.20
Breite Reaktor	m	5.00
Nutzvolumen Ozonreaktor	m <sup>3</sup>	295
Aufenthaltszeit bei Qdim	min	16
<b>Begasung</b>		
Anzahl Flüssigsauerstofftanks	#	1
Anzahl Generatoren	#	1
Anzahl Ozonzugabekammern	#	2
Anzahl Ozonungsregister je Zugabekammer	#	2
Anzahl Restozonvernichter	#	1

Massnahmen:

- Erstellung der Ozonung inkl. MV-Vorlage und Funktionsräume
- Installation eines Sauerstofftankes inkl. Verdampfer
- Einsatzgasaufbereitung
- 1 Ozongenerator
- Ausrüstung Ozonreaktor inkl.
  - 1 Restozonvernichter
  - 2 Ozonregister mit Diffusoren
- Messsystem für Kontrolle, Sicherheit und Steuerung mit verfahrensrelevanten Messungen (Ozon, Sauerstoff, UV, evtl. Redox, evtl. Nitrit)
- MV-Hebewerk (3 Pumpen, davon eine Stand-by)
- 1 Rührwerk im Reaktorbecken für Fällmitteleinmischung
- NSV

**3.4.6 Raumfiltration**

Nach der Ozonung fliesst das Abwasser im freien Gefälle ins zentrale Zulaufrohr der Filtration und wird über seitlich angebrachte Verteilkästen mit Zackenwehren gleichmässig auf die vier Filterzellen verteilt.

Im abwärts durchströmten Zweischichtfilter werden Schwebstoffe im Filtermedium zurückgehalten. Durch den Düsenboden gelangt das gereinigte Abwasser in den Polsterraum, von wo es über den Kombieinstieg in das darunterliegende Rein- und Spülwasserbecken gelangt. Die Zugänglichkeit der Polsterräume und des Spülwasserbeckens wird jeweils über ein Mannloch gewährleistet.

Eine Regelklappe im Ablauf des Polsterraums haltet den Wasserspiegel im Überstau des jeweiligen Filters konstant und kompensiert dadurch den variablen Druckverlust im Filter. Aus dem Spülwasserbecken überfällt das gereinigte Abwasser in den Auslaufkanal.

**Tabelle 8:**  
Dimensionierungsdaten  
Raumfilter

Beckenabmessungen / Dimensionierungsparameter	Dim.	
<b>Filterzellen</b>		
Anzahl Zellen	#	4
Zellenlänge	m	7.50
Zellenbreite	m	3.55
Filterschichthöhe	m	1.80
Filterfläche pro Zelle	m <sup>2</sup>	26.6
Filterfläche total	m <sup>2</sup>	106.50
<b>Filterspülung</b>		
Anzahl Spülwasserpumpen	#	2+1
Anzahl Spülluftgebläse	#	2
Anzahl Schlammwasserpumpen	#	2
Nutzbare Volöumen Spülwasserbecken	m <sup>3</sup>	285
Nutzbare Volumen Schlammwasserbecken	m <sup>3</sup>	175

Es sind 4 Filterzellen mit einer maximalen Filtergeschwindigkeit von 9.9 m/h geplant.

Bei tieferen Abwassermengen wird die Anzahl Filterzellen in Betrieb automatisch reduziert, was einen verfahrenstechnisch und energetisch optimierten Betrieb erlaubt.

Die Höhendifferenz zwischen Spülwasserbecken und Ablaufkanal sorgt für die notwendige Niveauhaltung im Spülwasserbecken. In denselben Kanal gelangt auch das Wasser aus der Notentlastung bei der Umgehung der Ozonung und Filtration. Das gereinigte Abwasser verlässt die Kläranlage durch den neuen Ablaufkanal zum bestehenden Auslaufbauwerk und gelangt von dort in den Furtbach.

#### Filterspülungen:

Um die abfiltrierten Stoffe aus dem Filtermedium zu entfernen, werden die Filterzellen nach Bedarf mit Luft und Wasser rückgespült. Hierfür sind je zwei Spülluftgebläse und Spülwasserpumpen installiert. Die Rückspülungen laufen betriebszeit- oder druckabhängig vollautomatisch ab.

Die Rückspülung erfolgt mit zwei trocken aufgestellten Spülwasserpumpen im Parallelbetrieb. Das Spülwasser wird über den Kombi-Einstieg in der Filterstirnwand in den Polsterraum der jeweils zur Spülung freigegebenen Filterzelle gepumpt. Die gleichmässige Verteilung des Spülwassers über die gesamte Filterfläche wird durch den Druckverlust im Düsenboden und im Filtermedium sichergestellt.

Die Spülluftgebläse sind im EG des Filtrationsgebäudes installiert. Die Luft wird über Filter direkt von aussen angesaugt. Die Spülluft wird ebenfalls via Verteilleitung in der Filterstirnwand in den Polsterraum der jeweils zu spülenden Filterzelle gefördert. Die gleichmässige Verteilung der Spülluft über die gesamte Filterfläche wird ebenfalls durch den Düsenboden gewährleistet.

Das Schlammwasserbecken speichert das bei den Spülungen schwallweise anfallende Schlammwasser, das durch die Schlammwasserklappen aus den Filterzellen abgeleitet wird. Von diesem Pufferbecken wird das Schlammwasser über 2 trocken aufgestellten Pumpen zurück in den Sandfang gefördert. Vom Regenbecken her wird dabei die bereits bestehende Leitung für die Regenbeckenentleerung verwendet. Ein Parallelbetrieb der beiden Pumpen ist bei Trockenwetter denkbar. Dies würde erlauben, die Filterspülungen in der Nacht über eine kürzere Dauer durchzuführen.

Das Spülwasserbecken ist flächig unter den Filterzellen beziehungsweise den Polsterräumen angeordnet. In diesem Becken ist ebenfalls eine Brauchwasserreserve eingeplant. Ein separates Brauchwasserbecken ist deshalb nicht mehr notwendig.

Massnahmen:

- Erstellung der Raumfiltration
- Spülluftgebläsestation (2 Gebläse)
- 4 Schlammwasserklappen
- Pumpwerke:
  - Spülwasserpumpwerk (3 Pumpen, davon eine Stand-by)
  - Schlammwasserpumpwerk (2 Pumpen)
  - Versetzen der bestehenden Brauchwasserstation
- Verfahrensrelevante Messungen
- Ablaufkanal
- Anschluss an bestehenden Ablaufkanal

### 3.4.7 Phosphatfällung

Die bestehende Phosphatfällung genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr und muss ersetzt werden. Besonders erschwerend ist, dass die spezielle Tankwannenauskleidung mit Wasser unterspült ist (undichte Betonwanne). Es ist daher vorgesehen, zwei neue Doppelschalentanks mit einem Gesamtnutzvolumen von ca. 24 m<sup>3</sup> im UG des Filtrationsgebäudes zu installieren. Die Fällmittelannahmestation muss ebenfalls erneuert werden.

Die bestehende Dosieranlage wird komplett erneuert und um eine zusätzliche Dosiermöglichkeit erweitert. Die Fällung kann als Vor-, Simultan- und neu auch als Nachfällung betrieben werden. Es sind folgende Dosierstellen vorgesehen:

- Sandfang
- Biologie (Strassen 1+2)
- Zulauf Filtration

Das Fällmittel wird in Abhängigkeit des Zuflusses zudosiert. Die spezifische Zugabemenge wird im laufenden Betrieb anhand der Ablaufwerte optimiert.

Der Umschlagplatz für die Befüllung der Fällmittelanlage ab Tankwagen wird als vertiefte Betonplatte mit Gefälle vorgesehen. Für die Zurückhaltung des, beim Befüllungsvorgang allfällig ausgelaufenen Fällmittels, wird ein Auffangvolumen von mind. 1.0 m<sup>3</sup> geplant. Bei Überfüllung des Auffangvolumens wird das zurückgehaltene Medium zum ARA-Zulauf abgeleitet.

Massnahmen:

- Fällmittelannahmestation im Freien, inkl. Annahmewanne und Havarievolumen
- 2 neue Fällmittellagertanks in Doppelschalenkonstruktion
- Dosierstation (4 Pumpen)

### 3.4.8 Kühlwasser

Für den Betrieb des Ozongenerators wird eine beträchtliche Menge Kühlwasser benötigt. Da das im Filtergebäude vorhandene Brauchwasser (gefiltertes Abwasser) für die Kühlung der Ozongeneratoren nicht direkt verwendet werden kann, muss die Kühlung der Ozongeneratoren in einem geschlossenen Kreislauf mit Wärmetauscher erfolgen. Die Umsetzung ist in Kapitel 5.3 beschrieben.

## 3.5 Schlammbehandlung

### 3.5.1 Frischschlammabzug

Der aus der Vorklärung anfallende Primärschlamm wird zusammen mit dem Überschussschlamm mit dem neuen Seilzugräumer in den Trichter gefördert. Mit dem sanierten Krählwerk wird der Frischschlamm im runden Trichter eingedickt, mit der Frischschlammpumpe abgezogen und direkt in die Faulung gefördert. Es ist keine Strainpresse vorgesehen.

Im Bereich des Frischschlammabzuges sind Rohranpassungen nötig. Im Normalfall wird der Frischschlamm direkt ab dem Trichter und ohne die Nutzung des Frischschlammes schachtes abgezogen. Der Abzug des Schwimmschlammes aus dem Schwimmschlammes schacht wird dabei in den Frischschlammabzug integriert. Der Frischschlammabzug erfolgt neu automatisiert und wird mittels TS-Messung gesteuert (gute und automatisierbare Eindickung). Auf die maschinelle Frischschlammeindickung wird somit verzichtet. Das bestehende Mammuthebersystem wird beibehalten und die Pumpe sowie alle Armaturen werden ersetzt.

#### Massnahmen:

- Rohranpassungen im Bereich des Frischschlammabzuges
- Abzug Schwimmschlamm aus Schacht integrieren
- Neue Pumpe und Armaturen
- Anpassung Leitungen und Automatisierung Frischschlammabzug (TS-Messung für gute und automatisierbare Eindickung)
- Keine maschinelle Frischschlammeindickung
- Mammuthebersystem beibehalten

### 3.5.2 Schlammwärmung

Der Frischschlamm wird zusammen mit dem warmen Faulschlamm in einem neuen Rohrwärmetauscher vorgewärmt. Die Installation dieses Wärmetauschers ist im UG zwischen FR1 und FR2 an der Decke vorgesehen. Die Schlammumwälzung und die Frischschlammzuführung werden damit kombiniert. Für die Umwälzung sind zwei neue Kreiselpumpen vorgesehen. Es werden Rohranpassungen vorgenommen sowie das Rohrsystem vereinfacht, was einen weitgehenden Ersatz der Rohrleitungen bedingt.

### Massnahmen:

- Einbau Rohrwärmetauscher zur Schlammwärmung
- Anpassungen der Rohrleitungen
- Integration Faulräume in Wärmespeicherkonzept
- Kombination von Schlammumwälzung und Frischschlammzuführung
- Installation zweier neuer Umwälzpumpen

### **3.5.3 Schlammfäulung**

Künftig sollen der Faulraum und der Nachfaulraum als aktive, seriell geschaltete Faulräume betrieben werden. Der Frischschlamm wird im Wärmetauscher aufgeheizt und im Mittel während mind. 2 x 19 Tagen ausgefault. Durch anaerobe Abbauprozesse bildet sich Biogas, das in Form von Gasblasen dem Faulschlamm entweicht. Der ausgefaulte Schlamm wird vom Nachfaulraum in Chargen in den Stapel gepumpt. Dort dickt der Schlamm ein und das überstehende Faulwasser kann abgezogen werden.

Die beiden Faulräume werden zukünftig als serielle, anaerobe, mesophile Reaktoren betrieben. Die Beschichtungen der Innenwände sind weitestgehend in Ordnung (Teerschicht sowie schützende Ablagerungsschicht vorhanden, siehe Kap. 7.1.1). Die beiden Dächer der Faultürme werden saniert und die Isolation verbessert. Der Schraubenschaufler und das Zentralrohr im FR1 werden beibehalten. Der Gasdom inkl. aller Gassicherheitsarmaturen des FR1 ist zu ersetzen. Vom FR1 gelangt der Schlamm via Verdrängung zum FR2. Dieser offene Übergang führt heute zu Wärme- und Gasverlusten. Das Verdrängerrohr wird daher dermassen angepasst, dass es geschlossen vom FR1 zum FR2 führt.

Primär wird der FR1 mit dem aussenliegenden Röhrenwärmetauscher beheizt, bei Wärmeüberschuss wird auch der FR2 beheizt. Der Faulraum 2 (FR2) wird mit einem Gasdom dicht verschlossen und ins Gasnetz integriert. In der Gaszone wird die Beschichtung saniert. Für die innere Umwälzung des FR2 wird ein Vertikalrührwerk installiert.

Im Ausbauziel beträgt die mittlere Aufenthaltszeit im FR1 rund 19 Tage. Die totale Aufenthaltszeit (in beiden Faulräumen zusammen) ist damit deutlich über der Minimalanforderung, was einen weitergehenden Abbau der organischen Substanz mit einer entsprechend geringeren Schlammentsorgung und einer grösseren Gasproduktion ermöglicht.

Durch das Abdecken des bestehenden Nachfaulraum wird nebst der verfahrensmässigen Effizienzsteigerung der Anlage auch dem von der Baudirektion des Kantons Zürich geforderte Massnahmenplan zur Verminderung der Methanemissionen Rechnung getragen. Durch eine Verweilzeit des Faulschlammes in den beiden gasdichten Faulräumen von beinahe 40 Tagen im Ausbauziel wird im anschliessenden Stapelbehälter die Gasemission minimiert.

Massnahmen:

- Rohrwärmetauscher zur Schlammwärmung
- Faulräume werden weiterhin seriell betrieben
- Offener Nachfaulraum (FR2) wird mit Gasdom geschlossen und ins Gasnetz integriert
- Durchführung baulicher Sanierungsarbeiten (Beschichtungen etc.)
- Ausrüstung des FR2 mit Vertikalrührwerk
- Zentralrohr FR1 und Schraubenschaufler werden beibehalten
- Gasdom FR1 ersetzen inkl. Gassicherheitsarmaturen
- Rohranpassung zw. FR1 und FR2 inkl. Umwälzpumpen
- Faulraumdächer werden saniert
- Neue, räumlich abgetrennte NSV im Erdgeschoss für gesamte Schlammfäulung

### **3.5.4 Schlammstapelung**

Der ausgefautete Schlamm wird neu im Chargenbetrieb vom FR2 in den Stapel abgelassen bzw. mittels einer neuen Pumpe abgepumpt, wo er zwischengelagert und weiter eingedickt wird. Der Faulwasserabzug ist nur noch aus dem offenen Stapel möglich. Es werden die Notüberlaufsysteme aller Speicher überprüft. Zudem ist es vorgesehen, Versuche für eine statische Eindickung mittels FHM-Zugabe zu fahren, damit der eingedickte Schlamm effizienter abtransportiert werden kann. Die bestehende Vogelsangpumpe wird durch eine neue Vogelsangpumpe ersetzt, welche für die Schlammförderung und die Trichterentleerung zur Verfügung steht. Die zukünftige Schlammabgabe erfolgt entweder mittels Sauglastwagen oder eigener Pumpe.

Massnahmen:

- Faulwasserabzug nur noch im offenen Stapel möglich
- Chargenbetrieb von FR2 zu Stapel
- Notüberlaufsystem aus allen Behältern
- Vogelsangpumpe wird ersetzt
- zusätzliche neue Schlammverdrängungspumpe in den Stapel
- zusätzliche Beschickungsleitung in den hinteren Bereich des Stapels
- Schlammabgabe mittels Sauglastwagen oder auch eigener Pumpe

### **3.5.5 Gasproduktion, Zwischenspeicherung, Gasverwertung**

Durch den Prozess der Schlammfäulung wird ein Teil der organischen Substanz in Methangas umgewandelt. Dieses wird im Bereich der Faulraumkuppeln gefasst, über einen Kiesfilter geführt und im Gasometer zwischengespeichert. Der Gasometer dient als Vorlage für die nachfolgende Wärmekraftkoppelung (WKK).

Der bestehende Nassgasometer ist nicht mehr zeitgemäss und wird daher durch einen Trockengasometer in Membrankonstruktion (Volumen neu 350

m<sup>3</sup>) ersetzt. Dazu wird die bestehende Gasometerkuppel demontiert und ein neues Dach auf die bestehende Betonwanne montiert. Weiter werden alle Armaturen im Gaskondensationsbehälter ersetzt und die Leitungen erneuert. Die Gasleitungen von den Faulraumdächern bis in den Gasometer werden ebenfalls erneuert und im Gebäude flanschlos durchgeschweisst. Eine Gasfackel ist nicht vorgesehen, da mit dem BHKW und Brenner eine redundante Gasverwertung vorhanden ist. Ein allfälliger Wärmeüberschuss kann notgekühlt werden.

Allgemein sind auf der ARA Furthof keine Gaswarneinrichtungen vorgesehen. Die gesamten Gasinstallationen werden derart erneuert, dass die aktuellen Exschutzvorschriften erfüllt werden.

Massnahmen:

- Nassgasometer wird durch Membrankonstruktion inkl. neuer Dachkonstruktion ersetzt
- Durchführung baulicher Sanierungsarbeiten an der Betonwanne
- Ersatz aller Armaturen im Gaskondensationsbehälter inkl. Anpassung der Leitungen entsprechend den Exschutzvorschriften
- Erneuerung der Gasleitungen auf Faulraumdächern inkl. Ableitung zu Gasometer, im Gebäude flanschlos durchgeschweisst

## 4 ENERGIEKONZEPT/NACHHALTIGKEIT

### 4.1 Allgemein

Im Folgenden werden qualitativ die wichtigsten Veränderungen, die den Energiehaushalt der Kläranlage betreffen, aufgelistet:

- Je grösser die Abscheideleistung des Vorklärbeckens ist, desto mehr organische Stoffe gelangen statt in die Biologie in die Faulung und vergrössern somit die Gasproduktion. Gleichzeitig kann in der Biologie Belüftungsenergie gespart werden.
- Dank den Polyvalenzonen und dem A/I-Verfahren kann Belüftungsenergie gespart werden. Da aber ein deutlich höheres Belebtschlammvolumen betrieben wird, steigt der Energiebedarf der Biologie.
- Dank der MV-Stufe und dem Raumfilter gelangen weniger Stoffe in den Ablauf der Kläranlage. Die Stoffe gelangen in den Faulturm, wo sie die Gasproduktion erhöhen. Gleichzeitig erhöht jedoch der Betrieb der vierten Stufe den Energieverbrauch deutlich.
- Der mittels TS-Messung gesteuerte Frischschlammabzug gewährleistet, dass möglichst wenig Wasser zur Faulung gepumpt wird und somit weniger Schlamm auf die Temperatur des Faulraums erwärmt wird, was zu Energieersparnissen führt. Gleichzeitig steigt die Faulzeit, was mehr Gas und geringere Schlammentsorgungskosten bedeutet.

### 4.2 Wärmebilanz

Im heutigen Betriebszustand deckt die Energieproduktion aus Biogas den thermischen Energiebedarf der Anlage. Der Zusatzbrenner wird nur sehr selten genutzt. Mit dem Abdecken des Nachfaulraumes kann eine zusätzliche Gasproduktion erwartet werden. Zusätzlich werden mit der neuen Steuerung die Faulräume als Wärmespeicher bewirtschaftet. Beide Massnahmen werden die Wärmebilanz noch verbessern. Daher sehen wir aktuell keinen Bedarf für eine kostenintensive Verbesserung der Isolation der Faulräume. Das neue Filtrationsgebäude und die Gebläsestation für die Biologie werden durch die Abstrahlung der Aggregate beheizt. Sie werden somit nicht ans Heizungssystem angeschlossen. Detailliertere Informationen hierzu sind im Kapitel 5.7 zu finden.

## 5 ZUSATZANLAGEN UND NEBENBETRIEBE

### 5.1 WKK / Kombibrenner

Das bestehende BHKW wird unabhängig von diesem Projekt einer grossen Revision unterzogen. Dadurch ist eine Betriebsverlängerung um einen weiteren Zyklus gewährleistet. Im Rahmen des Ausbauprojektes sind somit keine Massnahmen am BHKW vorgesehen. Der bestehende Kombibrenner bleibt erhalten. Weiter wird die Steuerung der Heizung sowie die Heizverteilung vollständig erneuert. Die Prozesse der Gasverwertung und der Heizung werden in das PLS integriert, wobei das BHKW und der Brenner als Inseln gesteuert werden.

Es ist kein Notstrombetrieb vorgesehen. Ein Stromausfall würde zu einem Totalausfall des Hebewerks und entsprechend zu Rückstau im Kanalnetz führen. Dank den grossen Auffangvolumina kann der Zulauf bei Trockenwetter während mehreren Stunden gespeichert werden.

#### Massnahmen:

- BHKW und Kombibrenner keine Massnahmen
- Erneuerung der Steuerung Heizung und Heizverteilung
- Integration der Prozesse ins PLS, Steuerung BHKW und Brenner als Inseln

### 5.2 BHKW Notkühlung

Der bestehende Tischkühler des BHKW ist knapp bemessen, weshalb im Sommer die Überschusswärme nicht genügend abgeleitet werden kann. Wenn das BHKW ausser Betrieb ist oder so viel Faulgas anfällt, dass der Brenner aktiviert wird, so kommt zurzeit die vom Betrieb in Eigenregie installierte Notkühlung mit Brauchwasser zu tragen. Die Leistung muss hier jedoch manuell eingestellt werden.

Im Rahmen des ARA-Ausbaus soll nun jedoch ein neues Notkühlssystem in Form einer Rohrschlange im Biologiebecken installiert werden. Dieser neue Kühlkreis wird dabei über den Heizverteiler im Betriebsgebäude erschlossen. Sobald der Wärmespeicher geladen und der Schlamm in den Faulräumen auf Maximaltemperatur erwärmt ist, so soll diese Notkühlung als erstes ansprechen. Dabei wird heisses Wasser durch die neue Rohrleitung im Biologiebecken gepumpt, welches ein Teil seiner Wärme an das deutlich kühlere Abwasser im Becken abgibt und somit abkühlt. Dieses abgekühlte Wasser wird anschliessend dosiert in den Heizkreis zurückgegeben, so dass eine Temperatur von 60°C vor dem Wärmeerzeuger erreicht wird.

Massnahmen:

- Neuer Rohrwärmetauscher im Biologiebecken inkl. Anschluss an bestehende Heizverteilung

### **5.3 Wärmerückgewinnung / Kühlung Filtrationsgebäude**

Der Ozongenerator setzt zwischen 10 und 60 kW Wärme frei, welche abgeführt werden muss. Diese Wärme wird im Winter zur Beheizung des Filtrationsgebäudes genutzt. Die Restwärme soll dabei analog zum Sommer über das gereinigte Abwasser abgeführt werden.

Um bei der Kühlung Energie einsparen zu können, wurde die Idee der Notkühlung der Wärmeerzeuger im Biologiebecken herangezogen. Die Überschusswärme soll hier analog über eine Rohrleitung in einem Ozonreaktorbecken auf das Abwasser übertragen werden.

Beim Betrieb der MV-Stufe wird der Kühlkreis (WT im Reaktorbecken + Plattenwärmetauscher) des Ozongenerators aktiviert. In erster Linie wird dabei nur so viel Wasser durch die Rohrleitung im Reaktorbecken geleitet, um die geforderten 25 °C im Rücklauf des Ozongenerators halten zu können. Wird diese geforderte Temperatur überstiegen, so wird die Brauchwasserpumpe zum Plattenwärmetauscher aktiviert. Im Winter wird die vorhandene Wärme über Heizregister der Lüftung geführt, um primär die Zulufttemperatur des Erdgeschosses zu temperieren. Steigt die Aussenlufttemperatur auf über 20 °C, so werden die Heizstränge deaktiviert.

Massnahmen:

- Wärmerückgewinnungskreis aus der Abwärme des Ozongenerators zur Beheizung des Filtrationsgebäudes
- Einbindung eines Rohrwärmetauschers in den Kühlkreis des Ozongenerators

### **5.4 Druckluft**

Der bestehende Druckluftkompressor wird durch eine neue Druckluftanlage im Filtrationsgebäude ersetzt. Zusätzlich werden die Rohrleitungen für das Druckluftverteilnetz gesamthaft erneuert. In der Schlammbehandlung wird ein zweiter Druckspeicher installiert.

Massnahmen:

- Neue Druckluftanlage im Filtrationsgebäude für ganze ARA
- zus. Druckspeicher im Schlammgebäude
- Erneuerung der DL-Rohrleitungen

## 5.5 Brauchwasser-Verteilnetz

Die Brauchwasseranlage wurde erst kürzlich durch den Betrieb ersetzt. Sie soll daher weiterverwendet und ins Filtrationsgebäude versetzt werden, da das neue Spülwasserbecken zusätzlich auch als neue Brauchwasservorlage dient. Das Spülwasserbecken fasst rund 285 m<sup>3</sup>, womit auch bei einer kurzfristigen Ausserbetriebnahme der Filtration genügend Brauchwasser vorhanden ist. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Brauchwasserversorgung bei einer allfälligen Entleerung des Spülwasserbeckens ausfällt.

Die von Korrosion betroffenen erdverlegten Brauchwasserleitungen werden alle durch PE-Leitungen ersetzt. Zusätzlich werden die neuen Verfahrensstufen (neuer Klärblock und Filtration) wie auch das bestehende Auslaufbauwerk in den Furtbach mit Hydranten und Brauchwasseranschlüssen erschlossen.

### Massnahmen:

- Neue Brauchwasseranlage zum Filtergebäude versetzen
- alle erdverlegten Leitungen durch PE ersetzen (korrodiert)
- Zusätzliche Hydranten und Brauchwasseranschlüsse bei den neuen Verfahrensstufen inkl. beim Auslaufbauwerk

## 5.6 Trinkwassernetz

Das bestehende Trinkwassernetz wird beibehalten und entsprechend auf die neuen Verfahrensstufen erweitert.

### Massnahmen:

- Erweiterung und Ergänzung des Trinkwassernetzes

## 5.7 Lüftung und Klimatisierung

Nachfolgend ist das neue Lüftungskonzept detailliert beschrieben. Die skizzierten R+'s sind im Anhang 2 zu finden.

### 5.7.1 Gebläsestation neue Biologie (BIO)

#### Raumdaten

**Tabelle 9:**  
RD Gebläseraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	286
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	- 8'120 / - 9'258
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	3'000 / 10.5

**Tabelle 10:**  
RD NSV-Raum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	119
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	309 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	500 / 4.2

#### Lüftung

Damit der Gebläseraum im Winter nicht auskühlt, saugen die Verdichtern über Grobfilter, Schalldämpfer und Feinfilter direkt Aussenluft an. Die Kap-sellüfter beziehen Raumluft zur Kühlung der Motoren und blasen diese in den Raum zurück.

Zur Abführung der Wärme wird durch den Zuluftventilator Aussenluft über Grobfilter und Schalldämpfer angesogen, mit Umluft gemischt und über Feinfilter dem Raum als Zuluft zugeführt. Die warme Raumluft wird über Schalldämpfer in die Umgebung verdrängt. Die Zulufttemperatur regelt die Aussenluft- und Umluftklappen, die Raumtemperatur die Förderleistung des Zuluftventilators.

Im Winter wird die warme Abluft über den Überströmluftventilator dem Betriebsgebäude zugeführt.

Durch die Lüftung Gebläseraum wird über einen Abzweiger mit Brandschutzklappe Zuluft in den Hohlboden des NSV-Raums geführt. Die warme Raumluft wird über die Lamellenklappe in die Umgebung verdrängt. Ist die Umgebungstemperatur wärmer als die Raumtemperatur, schliesst die Brandschutzklappe.

## Heizung

Die Abstrahlungswärme der Komponenten und Aggregate reicht aus, die Räume frostsicher zu halten.

### 5.7.2 Betriebsgebäude EG (BG EG)

#### Raumdaten

**Tabelle 11:**  
Trafo-Raum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	32
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	80 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 12:**  
RD NSV-Raum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	32
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 13:**  
RD Büro

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	59
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	576 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 14:**  
RD Sitzungszimmer

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	64
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	522 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 15:**  
RD Warte

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	32
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	429 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 16:**  
RD Labor

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	36
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	292 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 17:**  
RD Schmutzraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	39
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	409 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 18:**  
RD Garderobe

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	43
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	365 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 19:**  
RD WC's, Dusche

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	19
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	147 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 20:**  
RD Geräteraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	71
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	181 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 21:**  
RD Gang

Raumtemperatur min. / max.	°C	22 / 35
Heizung		Radiatoren
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	115
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	646 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

## Lüftung

Das EG des Betriebsgebäudes hat keine Lüftungsanlage.

Durch den Überströmventilator im Gebläseraum wird über Grobfilter, Schalldämpfer und Feinfilter der Zuluftleitung zu den Gebläsen Aussenluft angesogen, mit Umluft aus dem Gebläseraum gemischt und als Zuluft ins UG des Betriebsgebäudes geführt. Die Zulufttemperatur regelt die Aussenluft- und Umluftklappe.

Ein Teil dieser warmen Luft steigt über das Treppenhaus ins EG, durchströmt die Betriebsräume und entweicht über Überströmöffnungen in einzelnen Räumen in die Umgebung.

Ist die Umgebungstemperatur wärmer als die Raumtemperatur im Gang vom EG, schaltet der Überströmventilator ab. So wird im Winter warme Luft aus dem Gebläseraum und im Sommer kühlere Aussenluft ins UG des Betriebsgebäudes geführt.

Im Labor wird ein Splitgerät installiert, um im Sommer den Raum zu kühlen.

## Heizung

Die Beheizung der Räume erfolgt über Radiatoren in den einzelnen Räumen.

### 5.7.3 Betriebsgebäude UG (BG UG)

#### Raumdaten

**Tabelle 22:**  
RD Lagerraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	45
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	200 / 4.4

**Tabelle 23:**  
RD Heizung

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	39
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	200 / 5.1

**Tabelle 24:**  
RD Waschraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	112
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	400 / 3.6

**Tabelle 25:**  
RD Lagerraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	123
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	296 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	300 / 2.4

**Tabelle 26:**  
RD Gang

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	73
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	100/300 // 2.0/17.2

**Tabelle 27:**  
RD Pumpenraum 2

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	118
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	172 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	200 / 1.7

**Tabelle 28:**  
RD Pumpenraum 1

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	62
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	43 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	200 / 3.2

**Tabelle 29:**  
RD Leitungsgang

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	122
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	123 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	200 / 1.6

**Tabelle 30:**  
RD Vorraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		keine
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	66
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	107 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	200 / 3.0

## Lüftung

Das UG des Betriebsgebäudes hat drei Abluftventilatoren.

Durch den Überströmventilator im Gebläseraum wird über Grobfilter, Schalldämpfer und Feinfilter der Zuluftleitung zu den Gebläsen Aussenluft angesogen, mit Umluft aus dem Gebläseraum gemischt und als Zuluft ins UG des Betriebsgebäudes geführt. Die Zulufttemperatur regelt die Aussenluft- und Umluftklappe.

Durch den Abluftventilator im Gebläseraum werden der FM-Raum, die beiden Gänge und der Gebläseraum durchlüftet und die Abluft in die Umgebung geführt.

Durch den Abluftventilator im Heizungsraum werden der Pumpenraum 1 und 2, der Vorraum, der Lagerraum und der Heizungsraum durchlüftet und die Abluft in die Umgebung geführt.

Durch den Abluftventilator am Ende des Leitungsgangs wird der Leitungsgang durchlüftet und die Abluft in die Umgebung geführt.

Der Rest der zugeführten Luft strömt ins EG des Betriebsgebäudes.

Ist die Umgebungstemperatur wärmer als die Raumtemperatur im Gang vom EG, schaltet der Überströmventilator ab. So wird im Winter warme Luft aus dem Gebläseraum und im Sommer kühlere Aussenluft ins UG des Betriebsgebäudes geführt.

## Heizung

Die Abstrahlungswärme der Komponenten und Aggregate reicht aus, das UG des Betriebsgebäudes frostsicher zu halten.

### 5.7.4 Faulung (FU)

**Tabelle 31:**  
RD Werkstatt

Raumtemperatur min. / max.	°C	15 / 35
Heizung		keine
Lüftung		keine
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	199
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	1'179 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	--- / ---

**Tabelle 32:**  
RD Vorraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Faulturm
Lüftung		keine
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	255
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	--- / ---

**Tabelle 33:**  
RD Gasraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Faulturm
Lüftung		Konvektionslüftung
Raumvolumen	m3	15
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 34:**  
RD Heizzentrale

Raumtemperatur min. / max.	°C	15 / 35
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		keine
Raumvolumen	m3	173
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

**Tabelle 35:**  
RD Gasreinigung

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Aggregate
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	12
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	53 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	100 / 8.2

**Tabelle 36:**  
RD Pumpenraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Wärmeabstrahlung Faulturm
Lüftung		keine
Raumvolumen	m3	223
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	--- / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	--- / ---

## Lüftung

Die Faulung hat keine Lüftungsanlage. Das Gebäude wird natürlich über Konvektion gelüftet.

Der Gasraum muss quer durchströmt sein. Durch den thermischen Effekt entweicht die warme Raumluft über das Steigrohr über Dach und zieht durch die Wandöffnung im Bodenbereich Umgebungsluft nach. Die bestehende Einrichtung ist ungenügend. Die FOL-Rohrleitung und die AUL-Öffnungen sind zu vergrössern.

Der Gasreinigungsraum muss zwangsentlüftet sein. Durch den Abluftventilator wird im Boden- und Deckenbereich die Raumluft abgesogen und in die Umgebung geführt. Über die Öffnung im Fenster wird Aussenluft nachgesogen.

## Heizung

Die Abstrahlungswärme der Faultürme sowie der Komponenten und Aggregate reicht aus, die Räume der Faulung frostsicher zu halten.

Um die Werkstatt etwas wärmer zu halten, wird über die Überströmleitung mit Brandschutzklappe durch die Thermik wärmere Luft aus der Heizzentrale in die Werkstatt geführt.

### 5.7.5 Filtration (FIL)

**Tabelle 37:**  
RD Ozonraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Überströmluft
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	172
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	347 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	500 bis 2'000 / 2.9 bis 11.6

**Tabelle 38:**  
RD Vorraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	15 / 35
Heizung		Zuluft
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	39
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	912 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	500 / 3.0

**Tabelle 39:**  
RD Gebläseraum

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 35
Heizung		Überströmluft
Lüftung		Überströmluft
Raumvolumen	m3	321
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	516 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	500 / 1.6

**Tabelle 40:**  
RD NSV / Warte

Raumtemperatur min. / max.	°C	15 / 35
Heizung		Zuluft
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	191
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	905 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	500 / 2.6

**Tabelle 41:**  
RD Werkstatt

Raumtemperatur min. / max.	°C	15 / 35
Heizung		Zuluft
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m3	408
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	1'761 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m3/h / -fach	1'000 / 2.5

**Tabelle 42:**  
 RD Pumpenraum UG

Raumtemperatur min. / max.	°C	5 / 40
Heizung		Zuluft
Lüftung		Zwangslüftung
Raumvolumen	m <sup>3</sup>	948
Wärmebedarf Winter / Sommer	W	879 / ---
Luftleistung Gebläse / Luftwechsel	m <sup>3</sup> /h / -fach	500 / 1.3

## Lüftung

Für den Personenschutz muss der Ozonraum zwangsentlüftet werden. Damit der Raum nicht zu stark auskühlt, wird erwärmte Raumluft vom Vorraum in den Ozonraum verdrängt.

Zur Abführung von möglicherweise ozonhaltiger Luft wird durch den Abluftventilator Raumluft über dem Boden und unter der Decke angesogen und über Schalldämpfer in die Umgebung ausgeblasen. Durch den entstehenden Unterdruck wird über die Überdruckklappe Aussenluft nachgesogen. Die Raumtemperatur regelt die Förderleistung des Abluftventilators. Bei Ozonalarm wird die Sturm Lüftung aktiviert und der zweite Abluftventilator schaltet zu.

Durch den Zuluftventilator EG wird Aussenluft über Grobfilter, Schalldämpfer und Feinfilter angesogen, über das Heizregister erwärmt und als Zuluft dem Vorraum, dem NSV-Raum/Warte und der Werkstatt zugeführt. Die Abluft des Vorrums wird in den Ozonraum verdrängt, jene des NSV-Raums/Warte über den Gebläseraum in die Umgebung und jene von der Werkstatt direkt in die Umgebung. Der Durchfluss im Heizverteiler regelt das Einspritzventil des Warmwassers zum Heizregister, die Zulufttemperatur die Förderleistung des Zuluftventilators.

Durch den Zuluftventilator UG wird Raumluft der Werkstatt über Feinfilter angesogen und als Zuluft dem Pumpenraum im UG zugeführt. Die Abluft strömt durch den Filtergang und Treppe in den Gebläseraum im EG und wird in die Umgebung verdrängt. Das Hebewerk wird konvektiv belüftet, in dem die Raumluft durch die Motorlüfter der Pumpen in Strömung versetzt wird. Der Zuluftventilator ist verknüpft mit der Lüftung EG.

Wenn die Treppe ins EG geschlossen werden muss, wird die Abluft über eine Gliederklappe und Rohrleitung in die Umgebung verdrängt.

## Heizung

Die Wärmerückgewinnung des Ozongenerators und die Abstrahlungswärme des Hebewerks reicht aus, die Räume der Filtration durch die Lüftung zu temperieren und frostsicher zu halten.

## **5.8 Abluftbehandlung**

Es ist keine Abluftreinigung vorgesehen. Die geruchsbelasteten Räume werden mit einer konventionellen Raumlüftung ausgerüstet.

## **5.9 Werkstatt**

Es wird ein neuer Raum für die Werkstatt im EG des Filtrationsgebäudes erstellt.

### Massnahmen:

- Neue Werkstatt mit Flächenkran und Montageöffnung ins UG
- Zugang zur Werkstatt von Osten mit Tor für Autoeinfahrt und eine Servicetür von Norden
- Alte Werkstatt wird aufgegeben und als Büro neu genutzt

## **5.10 Labor**

Das bestehende Labor wird im Rahmen des neuen Raumkonzepts innerhalb des Betriebsgebäudes verschoben. Das künftige Labor wird neu rechts vom Haupteingang vorgesehen.

### Massnahmen:

- Erneuerung Möblierung
- Ergänzung der Laborgeräte

## 6 ELEKTROAUSRÜSTUNG

Mit der durchgeführten Erneuerung der mechanischen Vorreinigung (Rechen, Sandfang) und Regenwasserbehandlung wurde bereits für die betroffenen, elektrischen Aggregate eine moderne Automatisierung nach SPS/PLS-Standard aufgebaut. Damit wurden bereits die Standards für die Elektroverteilung und Steuerung erarbeitet, welche nun mit dem Ausbau der ARA erweitert werden.

### 6.1 Allgemeines

Ein grosser Teil der bestehenden Einrichtungen wie Schaltanlagen, Messtechnik usw. sind seit der Erstellung der ARA im Betrieb. Die Beschaffung von Ersatzteilen für diese Komponenten wird von Jahr zu Jahr schwieriger. Im Zusammenhang mit dem Ausbau und der Sanierung der Kläranlage werden daher die gesamten elektrischen Anlagen, mit Ausnahme der bereits erneuerten Anlagen der mechanischen Vorreinigung, vollständig ersetzt.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, die veralteten Steuerungseinrichtungen der ARA vollständig durch ein modernes und den Anforderungen entsprechendes Steuerungssystem zu ersetzen. Der Ersatz der EMSR-Einrichtungen erfolgt etappenweise. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass der Betrieb der Anlagen auch während der Umbauarbeiten sichergestellt sein muss.

#### Massnahmen:

- Gesamterneuerung der Elektroinstallationen samt Erweiterung SPS/PLS-System (evt. Rittmeyer, Standard wie bei Rechen/SF)
- Betriebsdatenprogramm anpassen
- Alarmierungskonzept ergänzen
- neue Bedien- und Beobachtungssysteme im Filtergebäude
- vernetzter Beamer für Präsentationen im Sitzungszimmer
- Künftige Niederspannungsverteilungen
  - Hebewerk/Rechen/Sandfang (bestehend)
  - Gebläsestation über neuem Biologiebecken
  - Filtration
  - Schlammbehandlung
  - Betriebsgebäude inkl. NSHV

## 6.2 Trafoanlage

Der bestehende Trafo gehört der ARA und ist im Betriebsgebäude untergebracht. Gemäss Vertrag mit dem EKZ kann eine Spitzenleistung von 370 kW bezogen werden. Aktuell betragen die Bezugsspitzen bei Regen rund 160 kW.

Die gesamte Trafostation wird baulich erneuert, der Trafo mit einer Leistung von 600 kVA wird ersetzt. Die Bezugsrechte müssen evtl. angepasst werden.

### Massnahmen:

- Trafo bleibt an Ort, gehört der ARA (600 kVA = 480 kW)

## 6.3 Spannungsverteilung

Die heutigen Schaltschränke für die Niederspannungsverteilung werden bis auf die mechanische Vorreinigung vollständig erneuert und künftig dezentral realisiert. Dadurch ergeben sich kurze Kabelinstallationen und rationelle Arbeitswege zwischen Feldgeräten und Steuerung. Neue Niederspannungsverteilungen sind an folgenden Standorten vorgesehen:

- Hebewerk (Bestandteil Projekt Vorreinigung, bereits umgesetzt)
- Gebläsestation über dem neuen Biologiebecken
- Filtration
- Schlammbehandlung
- Betriebsgebäude

Dank diesem Konzept der dezentralen Niederspannungsverteilung und Steuerung können alle neuen Tableaus aufgebaut werden, ohne Provisorien für die Betriebsaufrechterhaltung auszulösen.

Die neue Niederspannungshauptverteilung wird in einem neuen Raum zwischen Trafo und Sitzungszimmer im EG des Betriebsgebäudes eingerichtet. Somit werden in der neuen ARA keine Schaltschränke mehr im UG zu finden sein.

## 6.4 Kraft- und Wärmeinstallationen

### Apparate-Installationen

Erstellen sämtlicher Apparate-Installationen. Die Installationen erfolgen gemäss den einschlägigen SEV-Normen und Weisungen.

### Steckdosenverteiler

Für den Anschluss der diversen mobilen Aggregate werden Steckdosenverteiler aus Hartgummi (GIFAS-Verteiler) montiert. Die bestehenden Steckdosen im UG des Betriebsgebäudes werden erneuert.

Die Verteiler weisen einen Schutzgrad IP55 auf (Strahlwasser), sind schlagfest, alterungsbeständig sowie resistent gegen Säuren und Laugen.

### Starkstrominstallationen

Erdungsanlagen (innerer und äusserer Blitzschutz)

Die Ausführung der Erdungs- und Blitzschutzanlagen erfolgen nach der SEV- Norm 4022.87 sowie den speziellen Normen bezüglich Erdungen etc. in den SEV- Weisungen für elektrische Installationen in Abwasseranlagen (We ARA) und den Richtlinien zum Korrosionsschutz in Abwasseranlagen der Korrosionskommission (SGK).

### Potentialausgleich (innerer Blitzschutz)

Mit dem Potentialausgleich sollen schädliche Spannungs- und Stromauswirkungen auf die zu schützenden Objekte verhindert werden.

Alle ausgedehnten, metallenen Installationen der ARA (Wasserleitungen, Heizanlagen, Lüftungskanäle, Aufzüge, Gebäudekonstruktionen, Kabelmäntel und andere spannungslose Leiter der elektrischen Installationen) werden in den Potentialausgleich einbezogen.

### Blitzschutz (äusserer Blitzschutz)

Der äussere Blitzschutz hat die Aufgabe, den Funkenkanal des Blitzes von brennbaren oder verletzbaren Strukturen fernzuhalten und den Blitzstrom über metallene Leiter mit möglichst wenig Spannungsabfall in die Erde abzuleiten.

Dazu werden auf den Gebäuden der ARA Fangleitersysteme erstellt. Das Ableitungssystem an den Gebäudeaussenflächen verbindet das Fangleitersystem auf den kürzesten Weg mit der Fundamenterdung.

### Korrosionsschutz

Grundsätzlich gelten die Richtlinien "Empfehlungen für den Korrosions- und Bautenschutz" sowie die Richtlinien zum Korrosionsschutz in Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationswerken der Korrosionskommission (Ausgabe Nov. 1990).

Weisungen für elektrische Installationen in Abwasserreinigungsanlagen (We ARA) wurden herausgegeben vom Eidg. Starkstrominspektorates (Ausgabe Nov. 1990).

Der chemische Korrosionsschutz wird durch geeignete Oberflächenbehandlungen und Befestigungsmaterial aus V4A gewährleistet.

## 6.5 Elektroinstallationen

Die Elektroinstallationen sind in einem einfachen Industriestandard vorgesehen. So weit möglich werden die Installationen aus betrieblichen Gründen „Aufputz“ ausgeführt. Eingelegte Installationen kommen nur bei speziellen Situationen zur Anwendung, insbesondere im Betriebsgebäude.

Für die Installationssysteme werden offene Gitterkanäle eingesetzt. Geschlossene Kunststoffkanäle kommen nicht zur Anwendung.

Je nach Raumkategorie respektive Umgebungsbedingungen sind entsprechende Materialien vorgesehen.

- Im Aussenbereich und in der Umgebung des Abwasser- respektive Schlammbereiches kommen nach Möglichkeit rostfreie Stahlmaterialien (V2A/V4A) zur Anwendung.
- In trockenen Innenräumen kommen Kunststoffe, Aluminium oder beschichteter Stahl zur Anwendung.
- Die Installationen sind benutzerfreundlich auszuführen. Sie dürfen Wartungsarbeiten an Maschinen und Anlagen nicht behindern.
- Die Installationen müssen gegen mechanische Schäden (Betrieb und Wartung) genügend geschützt sein.

Besondere Bedeutung wird der Beschriftung der Apparate beigemessen. Anhand der Beschriftung muss jeder Apparat eindeutig identifizierbar sein und auf direktem Weg muss in der Elektrodokumentation der entsprechende Apparat gefunden werden.

Nach den Auflagen der SUVA muss jeder elektrische Antrieb mit einem abschliessbaren Schalter (Vorhängeschloss) versehen sein. Im vorliegenden Projekt ist diese Auflage nach dem Prinzip der unmittelbaren Abschaltung vorgesehen. In den Schaltanlagen werden Schaltgeräte mit SUVA - Zulassung montiert.

### Massnahmen:

- Erstellen der Elektroinstallationen für die neuen Aggregate

## 6.6 Automatisierungssystem

Die vom Verfahren geforderten Steuer- und Regelfunktionen werden heute standardmässig durch den Einsatz von speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) und Prozessleitsystemen (PLS) gelöst. PLS-Bedienstationen befinden sich in der Hauptwarte des Betriebsgebäudes und in der Filtration.

Die einzelnen SPS-Stationen können autonom betrieben werden. Über alle SPS wird ein übergreifendes Prozessleitsystem (PLS) aufgeschaltet.

Die gesamte Alarmierung für die ARA und für die Aussenwerke erfolgt zentral. Zur Alarmierung bei unbesetztem ARA-Betrieb ist ein Funkrufsystem mit direkter Schnittstelle ab dem Automatisierungssystem vorgesehen.

Im Folgenden werden die Aufgaben und Massnahmen beim Steuer- und Prozess-Leitsystem genauer beschrieben.

### 6.6.1 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Als Prozesssteuerungen werden modulare Systeme eingesetzt. In jeder Unterverteilung müssen die Automatisierungsaufgaben dezentral und prozessnah gelöst werden, dadurch können die Kommunikationswege optimiert werden. Jede Unterverteilung ist mit entsprechenden Prozessoren bestückt. Diese sollen am Markt frei erhältlich sein.

Die Programmierung erfolgt auf offenen Plattformen. Alle Prozesssteuerungen für die einzelnen Unterverteilungen sind von der gleichen Baureihe. Je nach Informationsmenge sind die Prozesssteuerungen mit unterschiedlich grossen Speichern ausgestattet.

Aufgaben der Prozesssteuerungen:

- Erfassen sämtlicher Informationen der Prozesse (digitale und analoge Eingänge)
- Steuerung und Regelung der Prozesse (digitale und analoge Ausgänge)
- Speicherung der Prozess-Parameter
- Generieren von Alarmen
- Daten für das Prozessleitsystem und Betriebsprotokoll aufbereiten

Die digitalen und analogen Ein-/Ausgänge werden über die Technik der dezentralen Ein-/Ausgänge über ein Bussystem (z.B. Profibus DP) dem Prozessor zugeführt. In jedem Feld der Schaltanlage werden dazu die entsprechenden Bausteine mit Buskopplung und Speisung montiert.

## 6.6.2 Prozessleitsystem (PLS)

Prozesssteuerung und Leitsystem müssen konsequent getrennt sein. Die Anlage funktioniert auch ohne Leitreechner. Das Steuer- und Leitsystem ist in die zwei typischen Ebenen, der Prozessebene und Leitebene, aufgeteilt.

Aufgaben des (Prozess-) Leitsystems (PLS):

- Bedienen
- Beobachten
- Alarmieren
- Registrieren, archivieren
- Kommunikation zu externen Bedienstellen

### Bedienstationen

Eine Bedienstation beinhaltet den Leitreechner, ein Doppelmonitorsystem und einen Drucker. Auf dem Leitreechner läuft die Applikationssoftware für das Leitsystem. Die Daten werden auf der Harddisk dieses Leitreechners gespeichert.

Die Bildschirme sind hochauflösend und in Flachbildschirmtechnologie.

An den Rechner sowie an die graphische Bildausgabe werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Die Bilder werden vollgrafisch mit einer Auflösung von 1280x1024 Pixel erstellt. Die typische Systemreaktionszeit bei Volllast muss kleiner  $< 500$  ms sein.

### Objektbedienung

Jedes Objekt (Aggregat) kann vom PLS-System aus per Mausclick bedient werden. Durch einfaches Anklicken gelangt man in das Statusfenster, das die Bedienung (Betriebsarten) zulässt und Auskunft über den aktuellen Zustand des Objektes gibt. Vom Statusfenster kann das Parameterfenster angewählt werden, welches objektbezogene Parameter und Einstellwerte anzeigt und es erlaubt, diese zu manipulieren.

### Trendgrafiken

Trendgrafiken sind die grafische Darstellung von Messwerten und Betriebszustände der Aggregate in Funktion der Zeit. Die Grafiken können vom Benutzer frei konfiguriert werden. Für die Auswertung steht ein Werkzeugsatz mit Linealen etc. zur Verfügung.

## 6.7 Hochspannungsleitung der Swissgrid

Die Hochspannungsleitung verläuft direkt über dem ARA-Areal. Besondere Sicherheits-Vorkehrungen werden bei den geplanten Bauarbeiten notwendig sein. Insbesondere die Spundwandarbeiten sind mit Swissgrid frühzeitig zu koordinieren, da diese Arbeiten beim Klärblock die Abschaltung der Hochspannungsleitung bedingt. Durch diese Abschaltung entstehen für die ARA keine Kosten. Die Aufstellung des Flüssigsauerstofftanks sollte ebenfalls frühzeitig mit Swissgrid abgesprochen werden.

### Massnahmen:

- Vorrichtungen zum Einhalten der Mindestabstände während der Umbauphase (bei Kraninstallationen für Bauarbeiten)
- Koordination für Spundwandarbeiten Klärblock
- Koordination für die Aufstellung des Sauerstofftanks

## 6.8 Haustechnische Installationen

Für die Räumlichkeiten sind alle haustechnischen Installationen in einer guten, qualitativ aber einfachen Ausführung vorgesehen. Die Installationen nehmen auf die einzelnen Raumanforderungen Rücksicht. Die vorhandenen Beleuchtungsanlagen und Stromverteiler werden beibehalten und während der Ausführung an die neuen Bedürfnisse angepasst. Büro und Laborräume werden soweit möglich mit Aufputz-Kabelkanalsystemen erschlossen.

### TELEFONIE

Als Telefonanlage ist eine neue digitale Anlage im mittleren Leistungsbereich vorgesehen.

Das DECT-System (Digital Enhanced Cordless Telephonie) ist ein Zusatz zu der neuen Telefonanlage. Für den Betrieb dieses Systems werden Funkantennen benötigt, damit ein Funknetz auch innerhalb der unterirdischen Werkleitungskanäle aufgebaut werden kann. Die Funkantennen (Funkzellen) werden auf dem Betriebsgelände verteilt und überlappen sich in der Reichweite. Damit wird die Personenreichweite auf dem gesamten Betriebsgelände möglichst lückenlos abgedeckt.

### PERSONENSCHUTZSYSTEM

Die Vorschriften bezüglich Arbeitssicherheit (SUVA-Broschüre 44050, Kapitel 6.11) verlangen, dass der Arbeitgeber eine allein arbeitende Person (Pikettdienst) überwacht, wenn die Arbeit zu einer Verletzung führen kann, die die sofortige Hilfe einer zweiten Person nötig macht. Hierzu wird im Telefonsystem eine Personen-Notsignal-Anlage integriert, mit welcher im Notfall automatisch ein Alarm ausgelöst wird. Das Schutzsystem soll in das DECT-System integriert werden. Alle Mitarbeiter werden mit einem entsprechenden Telefon ausgerüstet.

Mit dem Funktelefon kann durch den Pikettmann ebenfalls ein Notruf ausgelöst werden, der direkt an die Meldezentrale weitergeleitet wird. Ein unbeabsichtigter Alarm kann innerhalb einer vorgegebenen Frist aufgehoben werden.

Massnahmen:

- Kommunikationskonzept
- Neue Telefonanlage
- Personensicherheit (Totmannanlage)
- Personensuchanlage

## **6.9 Aussenbeleuchtung**

Die bestehende Aussenbeleuchtung ist für Arbeiten während der Nacht unzureichend und muss daher erweitert werden.

Die Innenbeleuchtung soll mit Bewegungsmeldern ausgerüstet werden. Für die Steuerung und Lichtschaltung muss ein neues Konzept erstellt werden.

Massnahmen:

- Innen- und Aussenbeleuchtungskonzept erstellen
- Zentrale Licht-Aus-Funktion

## **6.10 Messtechnik**

Es ist eine Gesamterneuerung der Messtechnik (ohne die mech. Vorreinigung) vorgesehen. In der Ausführung wird jedoch nochmals jede Messung einzeln auf ihr Alter, den Zustand und die Erfüllung der geltenden Normen geprüft und fallweise entschieden, ob die Messung ersetzt oder beibehalten wird. Im ARA-Zulauf wird der im Kanton Zürich geforderte Explosimeter installiert. Demgegenüber werden jedoch keine Brandmelder oder Gasdetektoren installiert. Es werden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Die Messsysteme entsprechen dem aktuellen Stand der Technik.
- Die Halterungen sind stabil und benutzerfreundlich.
- Die Ankoppelung an die Prozesssteuerung erfolgt mit galvanischen 4 – 20 mA-Signalen. Auf die Störsicherheit wird besonders Wert gelegt.
- Nachrüsten des Explosimeters im ARA-Zulauf.

### **Potentialtrennungen**

Sämtliche vom Feld in die Warten/Unterwarten verkabelten Messleitungen werden nach den Anschlussklemmen über Passiv-Trennwandler geführt. Es besteht dadurch nie eine Potentialverbindung zwischen den Messschranken und den Feldgeräten.

Massnahmen:

- Gesamterneuerung der bestehenden Messtechnik
- Für die neuen Anlageteile werden neue Messgeräte eingesetzt

### **6.11 Bedienungskonzept**

Das Bedienungskonzept basiert auf dem Vorortschalter (Sicherheitsschalter SUVA) und der Bedienung am Prozessleitsystem (PLS). Die Bedienebene auf der Schaltanlage wird bewusst weggelassen. Durch die Funktionalität des Sicherheitsschalters, welcher bei den Aggregaten montiert wird, ist der Bedarf dieser Bedienebene gar nicht mehr vorhanden. Das haben die Erfahrungen aus anderen Projekten gezeigt.

### **6.12 Schaltanlagen**

Die Schaltanlagen werden „modular“ aufgebaut. Das heisst, dass die einzelnen Schaltanlagenfelder eine Funktionseinheit bilden. Durch den Anschluss von Kraft, Steuerspannung und Busleitung (für dezentrale Ein-/Ausgänge der Steuerung) können die Felder autonom oder örtlich unabhängig betrieben werden. Es bietet folgende Vorteile:

- Durch die Unterteilung herrschen in den Feldern klare und übersichtliche Verhältnisse für Kraft und Steuerspannung sowie der Ein-/Ausgänge der Steuerung.
- Dies macht die Anlage übersichtlich, einfach und gut wartbar.
- Die Modularität bietet Vorteile für spätere Umbauten oder Erweiterungen.
- In Umbauphasen können einzelne Schrankfelder an provisorischen Örtlichkeiten betrieben werden. Dadurch können provisorische Steuerungen eingespart werden.
- Für die Provisorien besteht die volle Funktionalität von Steuerung und Leittechnik.

## 7 BAUTEN

Die neu zu erstellenden Beckenbauten werden als massive Stahlbetonbauten ausgebildet. Die Baugruben erfolgen in geschlossener Bauweise mit Spundwandprofilen als Baugrubensicherung. Die Grundwasserabsenkung erfolgt mittels Filterbrunnen und Drainageleitungen. Alle neuen, abwasserberührten Betonflächen werden mittels CEMDRAIN-Schalungsmatten gegen den chemischen Angriff resistenter ausgebildet.

Ideal wäre eine Zusammenfassung aller Bauten nördlich des bestehenden Biologiebeckens. Die Platzverhältnisse zwischen den vorhandenen Bauten und dem Furtbach sind hierzu jedoch zu eng. Daher werden bei der Ausbauvariante mit A/I-Verfahren nur die neuen Biologiebecken an diesem Standort errichtet, während die neue Filtration sowie die Ozonungsanlage im Süden des Regenbeckens disponiert werden.

### 7.1 Betonsanierungen

Auf der ARA Furthof wurden im Rahmen des Bauprojekts ein Faulraum sowie alle Becken einer Abwasserstrasse auf die materialtechnischen Zustände der konstruktiven Bauteile hin untersucht. Dazu wurde jeweils nebst der visuellen Zustandsaufnahme auch die Betonkarbonatisierung gemessen und die Bewehrungsüberdeckung bestimmt. Zusätzlich wurden stichprobenartig Materialproben entnommen und im Labor auf weitere Materialkennwerte hin untersucht. Die Ergebnisse dieser Zustandsanalysen und die entsprechend definierten Massnahmen sind in der Folge pro Bauobjekt genauer erläutert und gelten jeweils auch für die analogen Bauobjekte, die nicht explizit untersucht wurden. Je nach Objekt und Bedarf wird eine umfassende Betonsanierung durchgeführt. Diese umfasst folgende Arbeitsabläufe: Hochdruckreinigung, Analyse der Karbonatisierungstiefe und Feststellen von Bautenschäden, Sanierung sämtlicher Korrosionsstellen und korrosionsgefährdeter Armierungseisen, Behebung von Hohlstellen und Erneuerung aller Fugen, vollflächige Spachtelung aller Sichtbetonflächen (exkl. Überzüge) und Versiegelung mit Zweikomponentenbeschichtung.

#### 7.1.1 Faulräume

Die Untersuchungen am Vorfaulraum haben gezeigt, dass eine vollflächige Spachtelung inkl. einer darüberliegenden schwarzen Beschichtung vorhanden ist, welche weitestgehend intakt ist. Grossflächige Abplatzungen der Beschichtung wurden insbesondere am Übergang vom Konus zur Deckenuntersicht festgestellt. Der obere Bereich des Konus und die Deckenuntersicht weisen eine Dämmung mit Schaumglasplatten auf.

Die Betondruckfestigkeit liegt mit einem durchschnittlichen Wert von 71.3 N/mm<sup>2</sup> in einem guten bis hohen Bereich. Ein Korrosionsrisiko für die Be-

wehrung infolge Betonkarbonatisierung kann nicht ganz ausgeschlossen werden. Die durchschnittliche Bewehrungsüberdeckung im Konus nach Abzug von 35 mm für die Dämmplatten beträgt 14 – 23 mm. Die minimale Bewehrungsüberdeckung von 4 – 13 mm bedeutet, dass theoretisch ca. 10% der Bewehrungsseisen im karbonatisierten Bereich des Betons liegen und dadurch ein geringes Korrosionsrisiko für die Bewehrung besteht.

Der Konstruktionsbeton der Faulräume weist gute Kennwerte für die Druck- und Zugfestigkeit auf, womit er als Traggrund für eine Instandsetzung ohne Einschränkungen geeignet ist.

#### Massnahmen:

- Instandsetzung der Dämmungen an der Deckenuntersicht und im oberen Bereich des Konus inkl. Neubeschichtung

### **7.1.2 Vorklär- und Regenbecken**

Die Wände des untersuchten Vorklärbeckens sind unbeschichtet und der Beckenboden ist mit einem Mörtel überzogen. In der Unterwasserzone sind die Wandoberflächen fest und die Zementhaut ist weitestgehend intakt. In der Wasserwechselzone sind die Wände stärker erodiert. Der Materialabtrag beträgt ca. 2 – 3 mm. Über dem Wasserspiegel sind die Wandflächen verwittert und verschmutzt. Es sind vereinzelt kleinere Betonabplatzungen, korrodierte Bewehrungsseisen und auch Risse zu sehen. Weiter ist das Fugenmaterial der Dilatationsfugen teilweise spröde und durchfeuchtet, wobei in der Nähe des Trichters auch eine Dilatationsfuge ohne Fugenmaterial zu finden ist.

Die durchschnittlich erreichte Betondruckfestigkeit liegt mit 74.3 N/mm<sup>2</sup> in einem guten bis sehr guten Bereich. Auch für die Betonzugfestigkeit wurden durchwegs gute Materialkennwerte ermittelt. Die minimale Betonüberdeckung der Bewehrungsseisen liegt je nach Wandbereich zwischen 5 und 9 mm. Die Karbonatisierungstiefe wurde mit 1 – 6 mm beziffert, wobei die höheren Werte in der Unterwasserzone erreicht werden. Da sich nur sehr vereinzelt Bewehrungsseisen im karbonatisierten und damit im nicht vor Korrosion geschützten Teil des Betons befinden, kann ein Korrosionsrisiko für die Bewehrung derzeit ausgeschlossen werden.

Auch der Konstruktionsbeton des Vorklärbeckens ist als Traggrund für eine Instandsetzung ohne Einschränkungen geeignet.

#### Massnahmen:

- Umfassende Betonsanierung
  - Hochdruckreinigung
  - Sanierung sämtlicher Korrosionsstellen und korrosionsgefährdeter Armierungseisen
  - Behebung von Hohlstellen und Erneuerung aller Fugen

- vollflächige Spachtelung aller Sichtbetonflächen (exkl. Überzüge) und Versiegelung mit Zweikomponentenbeschichtung

### 7.1.3 Belüftungsbecken

Analog zum Vorklärbecken sind auch die Wände des untersuchten Belüftungsbeckens unbeschichtet. Die Betonoberflächen in der Unterwasserzone sind stärker erodiert als diejenigen in der Überwasserzone. Der Materialabtrag beträgt ca. 2 – 3 mm. Weiter sind auch regelmässige Rostausblühungen vorhanden, welche hauptsächlich an der Aussenwand und an den Betonstreben auftreten. An den Betonstreben sind zudem häufig Risse zu finden.

Die Dilatationsfugen sind in einem sehr schlechten Zustand. Im Bereich des Beckenbodens ist kein Fugenmaterial vorhanden und im Bereich der Wände weisen die Fugen abgebrochene Kanten und Risse auf. Auch wurden wasserführende Fugen gefunden und über dem Wasserspiegel sind häufige Kalkaussinterungen festzustellen.

Die Werte bezüglich der Druckfestigkeit des Konstruktionsbetons liegen in einem guten bis sehr guten Bereich. Der durchschnittliche Wert beläuft sich auf 83.7 N/mm<sup>2</sup>. Die Betonzugfestigkeit liegt mit durchschnittlich 3.9 N/mm<sup>2</sup> ebenfalls in einem hohen Bereich, womit der Beton als Traggrund für eine Instandsetzung ohne Einschränkungen geeignet ist.

Die Messungen zur Bewehrungsüberdeckung zeigen im unterwasserliegenden Wandbereich eine durchschnittliche Bewehrungsüberdeckung von 16 – 28 mm. Die geringsten Bewehrungsüberdeckungen wurden an den Beckenaussenwänden gemessen. Die fortgeschrittenste Betonkarbonatisierung wurde mit Tiefen von 3 – 8 mm ebenfalls in diesem Wandbereich festgestellt. Es besteht ein Korrosionsrisiko für die Bewehrung.

#### Massnahmen:

- Umfassende Betonsanierung
  - Hochdruckreinigung
  - Sanierung sämtlicher Korrosionsstellen und korrosionsgefährdeter Armierungseisen
  - Behebung von Hohlstellen und Erneuerung aller Fugen
  - vollflächige Spachtelung aller Sichtbetonflächen (exkl. Überzüge) und Versiegelung mit Zweikomponentenbeschichtung

#### 7.1.4 Nachklärbecken

Die Wände des untersuchten Nachklärbeckens sind ebenfalls unbeschichtet. Im Bereich der Konsolen sind stärker erodierte Oberflächen und Rostausblühungen zu finden. Über dem Wasserspiegel sind die Betonwände verwittert, verschmutzt und auch biogen bewachsen. Weiter sind netzartige Rissbildungen vorhanden.

Die Dilatationsfugen in der Unterwasserzone sind weitestgehend intakt. Über dem Wasserspiegel sind jedoch Flankenabrisse und sprödes Fugenmaterial ersichtlich. Der Beckenboden ist leicht erodiert und weist Spuren des Räumers auf.

Der Konstruktionsbeton des untersuchten Nachklärbeckens weist eine sehr einheitliche und hohe Druckfestigkeit von durchschnittlich 93.6 N/mm<sup>2</sup> auf. Dasselbe gilt auch in Bezug auf die Betonzugfestigkeiten, welche sich im Bereich von 2.7 – 5.6 N/mm<sup>2</sup> befinden. Der Konstruktionsbeton ist somit auch hier als Traggrund für eine Instandsetzung ohne Einschränkungen geeignet.

Die Messungen zur Bewehrungsüberdeckung zeigen eine durchschnittliche Bewehrungsüberdeckung von 20 – 38 mm in der Unterwasserzone, im Bereich des unteren Wandanschlusses und an den Streben. Im Bereich der Wasserwechselzone und über dem Wasserspiegel liegt sie durchschnittlich bei 29 – 30 mm. Mit einer minimal gemessenen Bewehrungsüberdeckung von 7 mm und einer Betonkarbonatisierung von max. 4 mm lässt sich ein Korrosionsrisiko für die Bewehrung derzeit ausschliessen.

##### Massnahmen:

- Umfassende Betonsanierung
  - Hochdruckreinigung
  - Sanierung sämtlicher Korrosionsstellen und korrosionsgefährdeter Armierungseisen
  - Behebung von Hohlstellen und Erneuerung aller Fugen
  - vollflächige Spachtelung aller Sichtbetonflächen (exkl. Überzüge) und Versiegelung mit Zweikomponentenbeschichtung

#### 7.1.5 Rohwasser- und Rücklaufschlammhebwerk

Sowohl das Rohwasserhebwerk als auch das Rücklaufschlammhebwerk wurden nicht explizit untersucht. Das Rohwasserwerk ist unbeschichtet und wird grundsätzlich so wie es ist belassen. Es werden lediglich die Betonschäden saniert.

Die allfälligen Schäden in der Betonkonstruktion des Rücklaufschlammhebwerks werden im Rahmen der Erneuerung der maschinellen Einrichtungen (neue Schneckenpumpen in Rohrkonstruktion) behoben.

##### Massnahmen:

- Sanierung der Betonschäden

### **7.1.6 Schlammstapel**

Der Schlammstapel wurde ebenfalls aus Gründen der Unzugänglichkeit nicht untersucht. Er ist unbeschichtet und wird analog zu heute weiterverwendet. Bis auf die Sanierung allfälliger Betonschäden sind keine Massnahmen vorgesehen.

#### Massnahmen:

- Sanierung der Betonschäden

## **7.2 Geologie und Grundwasserspiegel**

Die Resultate der in den Jahren 1966, 1975, 2001 und 2012 getätigten Baugrunduntersuchungen gelten auch heute noch und können wie folgt zusammengefasst werden:

### **7.2.1 Angetroffene Untergrundverhältnisse**

Bisherige Grabarbeiten haben gezeigt, dass der folgende Beschrieb im Allgemeinen gilt, lokal können in der Schwemmebene aber kleinräumige Unterschiede auftreten. Ebenfalls kann in den Sedimenten lokal Torf eingeschlossen sein.

#### **Bachablagerungen**

Zuoberst liegen unter den natürlichen Oberflächenschichten (Grünflächen) bzw. unter den künstlichen Aufschüttungen (Wege, Plätze) ab einer Tiefe von ca. 2 - 2.8 m überall Bachablagerungen, welche vorwiegend aus gut tragfähigem und nur mässig bis wenig setzungsempfindlichem kiesigen Material besteht. Ab einer Tiefe von ca. 5 - 7 m setzen sich die Bachablagerungen dann vorwiegend aus siltig-sandigen Materialien zusammen.

#### **Seeablagerungen**

In Tiefen ab ca. 7 - 13 m folgen feinsandige Seeablagerungen, welche mehr oder weniger stark siltig ausgebildet und zum Teil auch fein geschichtet sind. Ihre Mächtigkeit variiert sehr stark. In den feinsandigen Seeablagerungen kann mit einer mittleren Lagerungsdichte gerechnet werden.

#### **Seebodenablagerungen**

Zuunterst wurden in allen Sondierungen in Tiefen ab ca. 19 m bindige Seebodenablagerungen angetroffen, deren Untergrenze bis in die maximale Sondiertiefe von 25 m nicht erreicht wurde. Bei den Seebodenablagerungen handelt es sich materialmässig um tonigen Silt kleiner bis mittlerer Plastizität („magerer“ bis „mittelfetter“ Lehm), welcher feingeschichtet und von einzelnen Silt-/Feinsandlagen durchzogen ist. In den Rammsondierungen sind die Seebodenablagerungen durch eine mehr oder weniger lineare

Zunahme der Rammwiderstände mit der Tiefe charakterisiert. Gleichzeitig nehmen auch die sogenannten Nachschlagwiderstände zu, welche ein Mass für den Anteil der Gestängereibung am Gesamtammwiderstand darstellen. Die starke Zunahme der Nachschlagwiderstände mit der Tiefe bestätigt das Vorhandensein von feinkörnigem, bindigem Material.

### **7.2.2 Grundwasserspiegellage**

Als Grundwasserleiter wirken die gutdurchlässigen, kiesig-sandigen Bachablagerungen und in untergeordnetem Ausmass auch die darunter folgenden, sandigen Seeablagerungen. Die feinkörnigen, tonig-siltigen Seebodenablagerungen hingegen wirken wegen ihrer vergleichsweise viel kleineren Durchlässigkeit als Grundwasserstauer.

In den neueren Sondierungen wurde der Grundwasserspiegel auf einer Höhe von ca. 418.5 m ü. M. angetroffen (~mittlerer Grundwasserspiegel). Je nach Standort liegt diese etwa 1 – 3 m unterhalb des Terrains. Der Grundwasserspiegel verläuft damit innerhalb der vorwiegend kiesigen Bachablagerungen. Es muss davon ausgegangen werden, dass der Grundwasserspiegel mit dem schwankenden Pegelstand des nahen Furtbaches korrespondiert.

### **7.2.3 Grundwasserschutz**

Das Gelände ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich dem Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> zugeordnet.

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters möglich sind. Werden die kiesigen Bachablagerungen während der Bauphase entblösst, so ist er auf Verschmutzungen besonders anfällig.

Gemäss der seit 1.1.1999 in Kraft getretenen Eidg. Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen. Ausnahmewilligungen sind unter gewissen Voraussetzungen möglich. Im Merkblatt „Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen“ ist die aktuelle Bewilligungspraxis des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) festgehalten und erläutert.

Die beiden neuen Bauwerke werden in die grundwasserführenden Bachablagerungen eintauchen. Das AWEL wird daher Massnahmen verlangen, damit das Grundwasser die Baukörper möglichst ungehindert umströmen kann. Dies kann erreicht werden, indem unter der Bodenplatte ein stark durchlässiges Material eingebaut wird und die Hinterfüllung mit sehr gut wasserdurchlässigem, sandig-kiesigem Material erfolgt. Dabei sind die Filterkriterien einzuhalten oder geeignete Geotextilien (Gewebe) einzubauen, um einen Eintrag von Feinanteilen in den Filterkörper zu vermeiden.

#### **7.2.4 Folgen für Bauarbeiten**

Die rund 5 - 6 m tiefen Baugruben für die zusätzlichen Anlagen reichen bis in die grundwasserführenden, kiesigen Bachablagerungen. Für die Baugruben sind vertikale Baugrubenabschlüsse mit Hilfe von Spundwänden und Wellpoints vorgesehen. Die massiven Spundwände ragen dabei ca. 1.5 m über das Terrain hinaus und werden dort mittels Spreiessung abgestützt.

Betreffend Auftriebsverhalten muss beachtet werden, dass die neuen Anlageteile Grossteils im Grundwasser zu liegen kommen. Sie müssen dementsprechend auf den hydrostatischen Wasserdruck und den Auftrieb dimensioniert werden. Bei Becken sind zudem die verschiedenen möglichen Zustände während dem Bau und dem Betrieb zu beachten, um die Auftriebssicherheit jederzeit zu gewährleisten.

### **7.3 Gebäudeschadstoffe**

Die auf der ARA Furthof am 31. August 2017 durch die HOLINGER AG durchgeführte Gebäudeschadstoffuntersuchung zeigt diverse Funde von Asbest, Chloroparaffin (CP) und auch Blei, welche gem. der Publikation des Forums Asbest Schweiz (FACH) der Sanierungsdringlichkeit III zugeordnet sind. Diese Dringlichkeitsstufe bedeutet, dass eine Sanierung bei baulichen Massnahmen oder Nutzungsänderungen vorzunehmen ist. In Bezug auf den bevorstehenden Ausbau der ARA Furthof ist dabei insbesondere auf die asbesthaltigen Materialien zu achten, welche breitgefächert und auf der ganzen Anlage vorkommen.

Asbesthaltige Bauteile etc. sind sorgfältig als Ganzes, d.h. möglichst ohne Beschädigung oder Staubbefreiung, zu demontieren. Der Unternehmer hat die erforderlichen Umwelt- und Personenschutzmassnahmen gemäss SUVA-Factsheet Nr. 33031.d zu treffen. Können die Bauteile aus Asbestfaserzement nicht beschädigungsfrei als Ganzes ausgebaut werden, d.h. ist ein Zerschneiden, Zerschlagen oder Herausspitzen der Bauteile erforderlich, ist zwingend ein SUVA-anerkanntes Asbestsanierungsunternehmen mit diesen Arbeiten zu beauftragen. Dies betrifft insbesondere die eingemauerten Rohrelemente aus Asbestfaserzement im Schlammgebäude/Maschinenhaus (siehe Beilage HOLINGER AG vom 18. Oktober 2017), sowie den Lüftungsraum im UG des Betriebsgebäudes.

Weiter muss auch bei den geplanten Fugensanierungen aufgepasst werden. Aufgrund des analysierten CP-Gehaltes sind beim Rückbau/Entfernen der Fugendichtungsmassen spezielle Massnahmen zum Personen- und Umweltschutz zu ergreifen (analog BUWAL-Richtlinie „PCB-haltige Fugendichtungsmassen“ siehe Beilage). Die CP-haltigen Fugendichtungen sind unter Einhaltung der erforderlichen Personenschutzvorkehrungen (Schutzanzug, Handschuhe und Feinstaubmasken) mit einem Fugenmesser zu entfernen und quantitativ zu separieren. Die Entsorgung erfolgt über einen

konzessionierten Entsorgungsunternehmer in einer Sonderabfallverbrennungsanlage.

In den folgenden beiden Tabellen sind sämtliche Ergebnisse der Bestandsaufnahme und Probenahmestellen zusammengefasst. Detailliertere Informationen lassen sich aus dem Bericht der HOLINGER AG vom 18. Oktober (siehe Beilagen) entnehmen.

DB <sup>2</sup> -Nr.	Anwendung	Ort/Lage	Schadstoff				SD <sup>3</sup>
			Asbest	PCB	CP	Blei	
1	Fugendichtungsmasse Bauteilfugen	Vorklärbecken 1 und Regenbecken		n.n.	n.n.		-
2	Fugendichtungsmasse Bauteilfugen	Nachklärbecken 1 und 2		n.n.	n.n.		-
3	Fugendichtungsmasse Bauteil- und Anschlussfugen	Belüftungsbecken 1 und 2		n.n.	n.n.		-
4	Fugendichtungsmasse Bauteilfugen	Gasometer		n.n.	>10%		III
5	Fugendichtungsmasse Bauteil- und Anschlussfugen	Faulräume/Maschinenhaus, OG/DG		n.n.	>10%		III
6	Fugendichtungsmasse Bauteilfugen	Faulräume/Maschinenhaus, EG		n.n.	>10%		III
7	Brandabschottung zum UG	Faulräume/Maschinenhaus, EG, Elektroschrank	n.n.				-
8	Anstrich Betonbodenplatte	Faulräume/Maschinenhaus, UG		n.n.	n.n.	95 ppm	III
9	Aussenverputz Westfassaden	Faulräume/Maschinenhaus u. Betriebsgebäude	n.n.				-
10	Kunststoffbodenplatten	Betriebsgebäude, EG, Kommandoraum und Labor	bis 1% fg <sup>4</sup>				III
	Kleber Kunststoffbodenplatten		n.n.				-

<sup>2</sup> DB = Datenblatt (siehe Beilage, Anhang 1)

<sup>3</sup> SD = Sanierungsdringlichkeit

<sup>4</sup> fg = festgebundener Asbest

## Kläranlageverband Buchs-Dällikon, Ausbau und Sanierung ARA

DB-Nr.	Anwendung	Ort/Lage	Schadstoff				SD
			Asbest	PCB	CP		
11	Wandverputz	Betriebsgebäude, EG, Kommandoraum	n.n.				-
12	Kleber Bodenfliesen	Betriebsgebäude, EG, Korridor/Entrée	n.n.				-
13	Kleber Sockelfliesen	Betriebsgebäude, EG, Korridor/Entrée/Aufenthalt	bis 1% fg				III
14	Kleber Wandfliesen	Betriebsgebäude, EG, Küche	bis 1% fg				III
15	Kleber Wandfliesen	Betriebsgebäude, EG, Labor	bis 1% fg				III
16	Kleber Sockelfliesen	Betriebsgebäude, EG, WC	bis 1% fg				III
17	Fugendichtungsmasse Gebäudetrennfugen	Betriebsgebäude/ Pumpengebäude, UG		n.n.	>10%		III
18	Fugendichtungsmasse Bauteilfugen	Pumpengebäude, UG, Leitungstunnel		n.n.	>10%		III
19	Flanschdichtungen	ganze Anlage, div. Räume	30-80% sg <sup>5</sup>				III
20	Fugendichtungsmasse Gebäudetrennfugen	Betriebsgebäude, EG, Aussenfassade		n.n.	>10%		III
21	Staubretter/Schieber aus Asbestfaserzement	RS-Pumpwerk	um 30% fg				III
22	Rohrleitungen aus Asbestfaserzement	Faulturm, EG, Südfassade, kleine Wartungsräume Vor- und Nachklärfaulraum	um 30% fg				III
23	Abdeckung mit Platten aus Asbestfaserzement	Faulräume/Maschinenhaus, OG, Aussenbereich	um 30% fg				III
24	Blumentröge aus Asbestfaserzement	Faulräume/Maschinenhaus, EG, auf Stromkasten	um 30% fg				III
25	Stopfbuchsenpackung	ganze Anlage, div. Räume	Verdacht sg				III
26	kapazitive Vorschaltgeräte Fluoreszenzlampen	ganze Anlage, div. Räume		Verdacht			III
27	Anschlagkitt Fenster alt	Faulräume/Maschinenhaus, EG	Verdacht fg				III
28	Brandabschottung mit Platte aus Asbestfaserzement	Betriebsgebäude, UG, Leitungskanal/Kabelkeller	um 30% fg				III
29	Abdeckungen Kanal mit Asbestfaserzementplatten	Betriebsgebäude, UG, Lüftungsraum bei Gang 3	um 30% fg				III
30	Muffen Gussrohrleitungen	Betriebsgebäude, UG	Verdacht sg				III

<sup>5</sup> sg = schwachgebundener Asbest

## 7.4 Umbau und Erweiterung der Abwasserstrasse

Bei der Erweiterung und Umrüstung der bestehenden Biologie in ein A/I-Verfahren wird der zweite Belebungsbeckenblock nördlich der bestehenden Biologie errichtet. Der zugehörige Betriebsteil (NSV und Gebläse) wird in einem Gebäude, das auf dem Beckenblock errichtet wird, untergebracht. Die Architektur und Bauweise dieses Gebäudes lehnt sich an das Aussehen des neuen Rechengebäudes an. Vor dem Gebäude wird direkt im Anschluss an den Beckenblock ein Auskreuzungsbauwerk erstellt. Hier werden die beiden Abwasserstrassen ausgekreuzt und es kann durch Handschützen die eine oder die andere Abwasserstrasse des neuen Beckenblocks ausser Betrieb genommen werden.

Der neue Beckenblock wird statisch so ausgelegt, dass bei einem mittleren Grundwasserspiegel die Auftriebssicherheit bei komplett leeren Becken gewährleistet ist. Im Hochwasserfall dürfen die Becken nicht geleert werden.

### Massnahmen:

- Neuer Beckenblock
- Abbruch nicht mehr benötigter Bausubstanz
- Neubau Auskreuzungsbauwerk
- Anpassungen und Neubau Zu- und Ablaufkanäle (neue Linienführung)
- Ausbau der bestehenden Belebung
- Erstellung der entsprechenden Leitungen

## 7.5 Neubau Filtergebäude

Das Filtrationsgebäude wird im Süden des ARA-Areals, südlich des Regenklärbeckens, erstellt. Das Abwasser wird aus den Nachklärbecken in freiem Gefälle in eine Vorlage geführt, von wo es mit einem Pumpwerk so weit angehoben wird, dass es die gesamte Ozonung und Filtration bis zur Einleitung in den Furtbach im freien Gefälle durchlaufen kann. Zusätzlich sind Notüberläufe vorgesehen.

Die Vorlage befindet sich im westlichen Gebäudeteil im UG. Über drei trocken aufgestellte Pumpen wird der nebenliegende Ozonreaktor beschickt, der aus hydraulischen Gründen durch unter- respektive überflossene Wände in 6 Kammern unterteilt ist. Anschliessend fliesst das ozonierte Abwasser zu den vier Filterzellen. Im Sandfilterbett werden verbleibende Feststoffe abgetrennt, wonach das gefilterte Abwasser in den Polsterraum und in das darunter angeordnete Spülwasserbecken gelangt. Von hier gelangt es über den Auslaufschacht zum bestehenden Ablaufkanal und in den Furtbach. Das Schlammwasser wird während der Spülphase in das auf der Südseite der Filterzellen angeordnete Schlammwasserbecken abgeführt und über das Schlammwasserpumpwerk zurück zum Sandfang gefördert. Staut das Abwasser vor den Filterzellen auf, überfällt dieses direkt von der

Vorlage Filtration in den nebenliegenden Notüberfallschacht mit direkter Leitung in den Auslaufschacht.

Zusätzlich sind im Filtergebäude Funktionsräume untergebracht. Im UG befindet sich ein Rohrkeller mit den Pumpwerken und der Fällmittelanlage. Eine leistungsstarke Kellerentwässerung erlaubt die rationelle Entleerung aller Abwasserbehälter. Im EG sind der Generatorenraum, der NSV-Raum inkl. Warte und ein Gebläseraum untergebracht. Über eine aussenliegende Stahlterasse sind die Installationen auf dem Dach (insbesondere Abwasser-Verteilung auf die Filterzellen, Schlammwasserklappen und Bypass Ozonreaktor) erreichbar.

Für den Sauerstofftank und die zugehörigen Verdampfer wird ein Stellplatz mit Anfahrtschutz westlich des Ozongebäudes vorbereitet. Es wird davon ausgegangen, dass der Sauerstofftank gekauft und zusätzlich ein Wartungsvertrag mit dem Gaslieferanten unterzeichnet wird. Durch dieses Geschäftsmodell liegen neben dem Befüllen auch Wartung und Unterhalt in der Verantwortung des Gaslieferanten. Vor dem Sauerstofftank wird ein gesetzeskonformer Umschlagsplatz vorgesehen.

Der Vorsprung der Betonbodenplatte ist so gewählt, dass der Auftriebsnachweis erfüllt ist, sobald der Rohbau steht und hinterfüllt ist. Im Bauzustand sind weitere Massnahmen wie z.B. Wellpoints und Wasserhaltung vorgesehen.

#### Massnahmen:

- Neubau Zuleitung Abwasser zur MV-Vorlage
- Neubau Filtergebäude inkl.
  - Funktionsräume
  - Treppenhaus
  - Montageöffnung mit Bodentor
  - Div. seitliche Montageöffnungen und Drucktüren
- Neubau Ozonung inkl.
  - Vorlage MV und Pumpwerk
  - Ozonreaktor inkl. Installationen
  - Neubau Stellplatz Sauerstofftank und Verdampfer mit Auffangwanne und Anfahrtschutz
- Neubau Raumfiltration inkl.
  - Vorlage Filter und Überfallschacht
  - 4 Filterzellen (2-Schicht-Filter)
  - Spül- und Schlammwasserbecken und Installationen
  - Leitungsgang mit Rohrkeller und Pumpwerken
- Umbau Ablaufkanal und Ablauf NKB

## 7.6 Umbau des Betriebsgebäudes

Das bestehende Betriebsgebäude wird umfassend saniert und an die neuen Bedürfnisse angepasst. Die Bausubstanz des vor ca. 35 Jahre erstellten Betriebsgebäudes wird beibehalten. Die Inneneinrichtung wie auch die Gebäudehülle werden vollständig erneuert. Im Untergeschoss sind viele undichte Stellen vorhanden. Der Vorplatz vor dem VKB ist undicht und Wasser dringt in das Untergeschoss.

Das Flachdach sowie die Fassade werden vollständig erneuert. Hierzu werden alle Fenster und Türen ersetzt. Das Flachdach wird abgedeckt und mit einer effizienteren Isolation neu versiegelt. Die Wärmedämmung der Fassade wird entfernt und mit einem besseren Isolationswert wieder ersetzt. Die Aussenfassade wird mit einem wasserabweisenden Aussenputz versehen.

Aus statischer Sicht könnte im Rahmen der geplanten Umbaumaassnahmen lediglich die neue Türe zwischen Garderobe und Schmutzraum ein Problem darstellen. Im Rahmen des Ausführungsprojekts wird dies noch explizit geprüft.

Im erneuerten Betriebsgebäude sind folgende Räume/Anlagenteile untergebracht:

- Traforaum
- NSHV
- Büro und Warte
- Sitzungszimmer/Aufenthaltsraum
- Sanitärräume / Garderobe
- Geräteraum
- Schmutzraum
- Labor

### Massnahmen:

- Optimierung Raumkonzept auf aktuelle Raumbedürfnisse
- Sanierung Betriebsgebäude und Innenausbau
- Erneuerung Aussenfassade und Dach inkl. Vordach im Eingangsbereich
- Sanierung und Abdichtung Vorplatz und UG zu VKB
- Sanitäranlagen mit neuer Trinkwasserzuleitung und Hydranten
- Verputz- und Malerarbeiten
- Erneuerung der Möblierung, Modernisierung des Innenausbaus
- UG: weitgehend ausgeräumt (keine NSV und Maschinen mehr)
- Provisorien für ARA-Betrieb während Umbau mit Containern

## 7.7 Sanierung Schlammgebäude

Beim bestehenden Schlammgebäude (Zwischengebäude der beiden Faulräume) werden nur die wirklich erforderlichen Sanierungsmassnahmen durchgeführt. Zwischen den Faulräumen tritt auf der Seite des ehemaligen Trübwasserbeckens Wasser in das Gebäude ein. Die bestehenden Risse und weitere Betonschäden werden saniert.

Die beiden Vordächer auf der Nord- und Südseite sind in einem guten Zustand und werden so belassen. Die bestehenden Fenster und Türen erfüllen den Zweck und werden höchstens neu gestrichen bzw. abgedichtet. Das Zugangstor der alten Werkstatt wird erneuert und die Aussenfassaden neu gestrichen.

### Massnahmen:

- Sanierung und Abdichtung Zwischengebäude
- Erneuerung Zugangstor alte Werkstatt
- Verputz- und Malerarbeiten

## 7.8 Umbau Gasometer

Der bestehende Gasometer wird im Rahmen der Gesamtsanierung erneuert. Die bestehende Betonwanne wird saniert und der Boden um rund 80 cm aufgefüllt und damit angehoben. Der Gasometerschacht bleibt wie gehabt bestehen, es werden lediglich die Installationen erneuert. Über der Betonwanne wird eine neue Gebäudehülle aus Stahl mit Trapezblechverkleidung erstellt. Darin kommt der neue Membrangasometer zu stehen.

### Massnahmen:

- Sanierung der Betonwanne inkl. Aufdopplung des Bodens
- Neue Gebäudehülle aus Stahl inkl. Trapezblechverkleidung

## 7.9 Erneuerung Glaskabäuschen

Das bestehende Glaskabäuschen zwischen Betriebsgebäude und Vorklä- rung wird durch ein grösseres neues ersetzt. Der Witterungsschutz in Richtung Westen soll durch eine Vergrösserung des Vordaches gewährleistet werden.

### Massnahmen:

- Neues, grösseres Glaskabäuschen

## 7.10 Gestaltungs- und Umgebungskonzept

Die Umzäunung der ARA wird in Bezug auf die Neubauten dermassen erweitert, so dass das ganze Areal der ARA umzäunt ist. Das Hauptzugangstor wird automatisiert, so dass die Kläranlage im Normalfall geschlossen ist (Anforderung SUVA). Dazu wird eine Gegensprechanlage installiert, um mit Besuchern zu sprechen und das Tor via Handapparat zu bedienen.

Die neuen Anlageteile sollen so gut wie möglich in das Landschaftsbild eingebettet werden. Eine Anpassung an bestehende Anlageteile kann im Sinne einer Angleichung der Fassade oder durch eine entsprechende Farbgestaltung geschehen.

Der Autounterstand gegenüber des Betriebsgebäudes bleibt bestehen.

### Massnahmen:

- Einpassung der Anlage ins Landschaftsbild (Fassaden- und Platzgestaltung, Gartenarbeiten)
- Autounterstand bleibt unverändert
- Anpassungen im Zaunverlauf (wo nötig)
- Tor automatisieren mit elektrischem Schiebeter

## 8 INVESTITIONSKOSTEN

### 8.1 Kostenvoranschlag Investitionskosten

Die Basis für die Investitionskosten bilden Unternehmerofferten für die wichtigsten elektromechanischen Ausrüstungen sowie geltende Handwerker- und Baumeistertarife. Spezifische Aggregate und Einheitspreise werden von aktuellen Werkverträgen vergleichbarer Projekte herangezogen. Die Kostengenauigkeit für ein Bauprojekt liegt gemäss SIA innerhalb  $\pm 10\%$ . In BKP 5 ist für Unvorhergesehenes eine Reserveposition von rund 10% eingerechnet.

Tabelle 43 zeigt die Investitionskosten, nach BKP-Nummerierung und Teilobjekten aufgeschlüsselt. Es sind hier sowohl die Vorinvestitionen als auch die Baukreditzinsen in der Höhe von 602'000 CHF bzw. 515'000 CHF eingerechnet.

Tabelle 43:  
Investitionskosten

ARA Furthof Bauprojekt		Kostenvoranschlag					Stand Dezember 2017
BKP	Beschreibung	BG Betriebsgebäude CHF	VK + BS Vorklärung + Biol. Stufe CHF	O + F Ozonanlage + Filtration CHF	SB Schlammbehandlung CHF	ALLG Allgemeines CHF	TOTAL pro BPK CHF
0	Grundstück					70'000	70'000
1	Vorbereitungsarbeiten	39'000	130'000	114'000	7'000	42'000	332'000
2	Gebäude	619'000	2'369'000	2'727'000	298'000	15'000	6'028'000
4	Umgebung		5'000	55'000		295'000	355'000
5	Baunebenkosten und Honorare	196'000	877'000	1'377'000	298'000	1'511'000	4'259'000
6	Übergangskonto (Sofortmassn.)						
7	Ausrüstungen	15'000	1'732'500	1'803'750	943'750	90'000	4'585'000
8	MSRE-Technik	519'500	568'500	920'000	669'000		2'677'000
9	Ausstattung	114'000		14'000		28'000	156'000
<b>TOTAL</b>		<b>CHF 1'502'500</b>	<b>5'682'000</b>	<b>7'010'750</b>	<b>2'215'750</b>	<b>2'051'000</b>	<b>18'462'000</b>

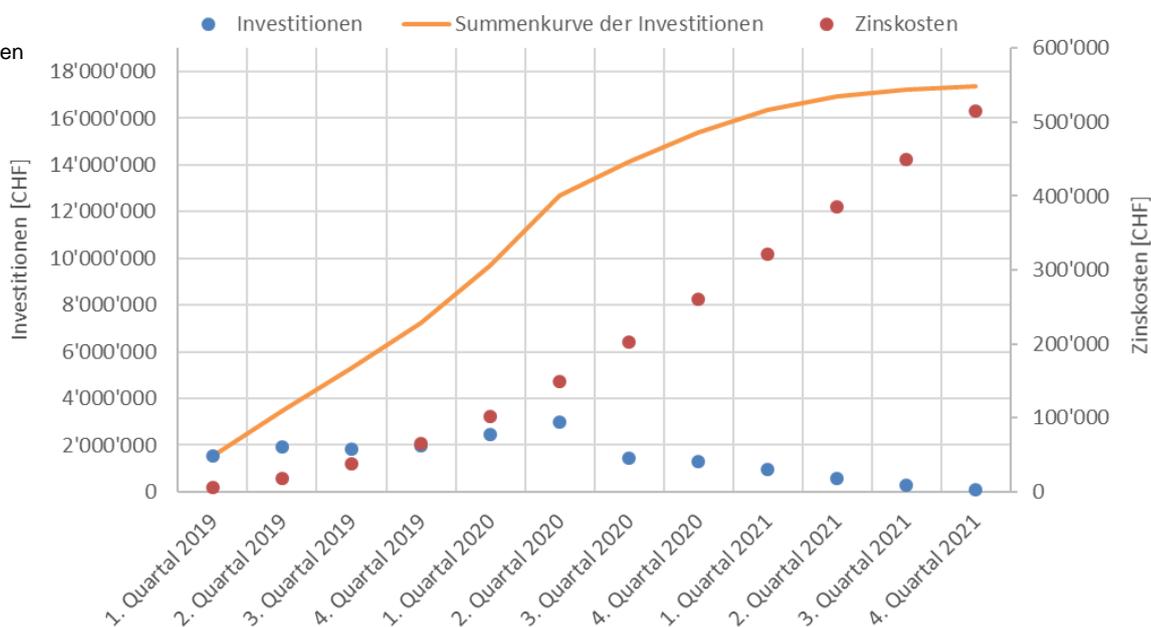
Die nachfolgende Tabelle 44 zeigt die angepassten Investitionskosten mit den vom Bund abgegoltenen 75% der Investitionskosten für die Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen.

Tabelle 44:  
Investitionskosten  
inkl. Abgeltung

ARA Furthof Bauprojekt		Kostenvoranschlag					Stand Dezember 2017
BKP	Beschreibung	BG Betriebsgebäude CHF	VK + BS Vorklärung + Biol. Stufe CHF	O + F Ozonanlage + Filtration CHF	SB Schlammbehandlung CHF	ALLG Allgemeines CHF	TOTAL pro BPK CHF
0	Grundstück					70'000	70'000
1	Vorbereitungsarbeiten	39'000	130'000	28'500	7'000	42'000	246'500
2	Gebäude	619'000	2'369'000	681'750	298'000	15'000	3'982'750
4	Umgebung		5'000	13'750		295'000	313'750
5	Baunebenkosten und Honorare	196'000	877'000	344'250	298'000	1'511'000	3'226'250
6	Übergangskonto (Sofortmassn.)						
7	Ausrüstungen	15'000	1'732'500	450'938	943'750	90'000	3'232'188
8	MSRE-Technik	519'500	568'500	230'000	669'000		1'987'000
9	Ausstattung	114'000		3'500		28'000	145'500
<b>TOTAL</b>		<b>CHF 1'502'500</b>	<b>5'682'000</b>	<b>1'752'688</b>	<b>2'215'750</b>	<b>2'051'000</b>	<b>13'203'938</b>

Die ARA-Kommission beabsichtigt die Finanzierung des gesamten Ausbauprojektes über Festdarlehen vorzunehmen. Hierzu ist vor dem Start der wesentlichen Bauleistungen ein entsprechendes Finanzinstitut zu bestimmen, welche die finanziellen Mittel während der Bauphase laufend vorschießt und nach Projektabschluss als Festkredite zur Verfügung stellt. Diese Kredite müssen verzinst und amortisiert werden. Vertrags- und Zinskonditionen beim Abschluss dieser Darlehensverträge entscheiden über die entsprechenden Kapitalkosten. In der nachfolgenden Abbildung 5 ist der abgeschätzte Investitionsplan sowie die Zinskosten während der Realisierungsphase dargestellt. Die im Rahmen des Projekts bereits getätigten Vorinvestitionen in der Höhe von 602'000 CHF sind nicht dargestellt.

**Abbildung 5:**  
Investitionsplan  
exkl. Vorinvestitionen



Es wird davon ausgegangen, dass die anfallenden Zinsen mit Beginn der Bauphase über die laufende Betriebsrechnung gedeckt werden. Unter der Annahme eines Zinssatzes von 1.5% belaufen sich die Zinskosten gemäss dargestelltem Investitionsplan bis Ende der Realisierungsphase auf rund 515'000 CHF.

## 8.2 Betriebskosten

Die Betriebskostenschätzung für die ausgebaute und sanierte ARA wird anhand der aktuellen Betriebsrechnung durchgeführt. Unterschiede gegenüber den derzeitigen Betriebskosten treten hauptsächlich in folgenden Punkten auf:

- Der Energieverbrauch der Anlage nimmt durch die zusätzliche Reinigungsstufe zur Entfernung der Mikroverunreinigungen deutlich zu und wird auch mit zunehmender Belastung weiter ansteigen.
- Der Chemikalienverbrauch wird durch den Ausbau sowie mit zunehmender Belastung ansteigen.
- Die Unterhaltskosten der ARA steigen mit fortschreitendem Alter sowohl für die Neu- als auch die bestehenden Installationen an.
- Durch den Neubau der Filter- und Ozonanlage fallen zusätzliche Betriebskosten an.
- Die Abgabe für die Mikroverunreinigungen fällt weg.

Die Kosten werden in Fixkosten (wie bspw. Reparatur, Unterhalt, Personal und Diverses) und variable Kosten (wie bspw. der erwähnte Energie- und Chemikalienverbrauch, Entsorgung) unterteilt (siehe Tabelle). Es fällt auf, dass der Wegfall der Abgabe für die Mikroverunreinigungen die zusätzlich anfallenden Betriebskosten kompensiert. Das Total der Betriebskosten wird somit durch den Umbau nicht signifikant ansteigen.

**Tabelle 45:** Betriebskosten

		ARA Furthof bisher (gerundet) 2016	ARA Furthof nach Ausbau
<b>Fixe Kosten</b>	<b>CHF/a</b>	<b>498'550</b>	<b>438'550</b>
Behörden und Kommissionen	CHF/a	1'500	1'500
Besoldungen	CHF/a	208'000	208'000
Sozialleistungen	CHF/a	43'000	43'000
Dienstkleider	CHF/a	50	50
Aushilfsentschädigung	CHF/a	10'000	10'000
Allgemeiner Personalaufwand	CHF/a	10'000	10'000
Anschaffungen	CHF/a	12'000	12'000
Betriebs- und Verbrauchsmaterial	CHF/a	14'000	22'000
Unterhalt Liegenschaften	CHF/a	3'000	12'000
Unterhalt Mobilien	CHF/a	29'000	40'000
Spesenentschädigungen	CHF/a	2'000	2'000
Verwaltungsaufwand	CHF/a	4'000	4'000
Sachversicherungen	CHF/a	6'000	9'000
Entschädigung Verwaltung Buchs	CHF/a	36'000	36'000
Abgabe Mikroverunreinigungen	CHF/a	92'000	-
Wartungsvertrag LOX-Tank und Verdampfer	CHF/a	-	1'000
Ingenieur / Beratung	CHF/a	2'000	2'000
Reinigung Verbandskanäle	CHF/a	13'000	13'000
Allgemeiner Sachaufwand	CHF/a	5'000	5'000
Beiträge an den Kanton	CHF/a	8'000	8'000
<b>Variable Kosten</b>	<b>CHF/a</b>	<b>205'000</b>	<b>267'000</b>
Wasser, Energie, Heizmaterial	CHF/a	49'000	95'000
Chemikalien	CHF/a	19'000	35'000
Transportkosten / Sand und Rechengut	CHF/a	7'000	7'000
Schlammabfuhr / ARA Wüeri	CHF/a	130'000	130'000
<b>Erträge</b>	<b>CHF/a</b>	<b>103'000</b>	<b>108'000</b>
Liegenschaftenerträge	CHF/a	1'000	1'000
Rückerstattungen Dritter	CHF/a	13'000	13'000
Kostenanteile und Rückerstattungen Otelfingen	CHF/a	44'000	44'000
Einspeisevergütung swissgrid	CHF/a	45'000	50'000
<b>Total Betriebskosten</b>	<b>CHF/a</b>	<b>600'000</b>	<b>600'000</b>



henden Biologiebecken nacheinander saniert und umgebaut. Hierzu sind vorgängig die neuen Verbindungsleitungen zu erstellen. Nachdem die volle Kapazität in den Belebtschlammbecken vorhanden ist und auch die Ozonung/Filtration fertig gestellt ist, werden die beiden Nachklärungen saniert und maschinell neu ausgerüstet.

Unabhängig von der Abwasserstrasse wird der Vorfaulraum ebenfalls saniert und danach die vollständige Faulung in Betrieb genommen.

Nach den Inbetriebnahmen der Ozonungsanlage und der Filtration wird auch das Betriebsgebäude saniert. Hierzu ist praktisch das gesamte Gebäude zu räumen. Einige Funktionen können ins Filtergebäude verlagert werden (Warte, Werkstatt u.a.). Für die restlichen Funktionen sind provisorische Baucontainer aufzustellen.

Eine Bauetappe beinhaltet auf Kläranlagen immer vorab die Stahlbetontiefbauarbeiten, Maschineninstallationen, die elektrischen Installationen und anschliessend die Inbetriebsetzung und eine stabile Betriebsphase. Als Folge dessen dauert eine Etappe rund 1 bis 1.5 Jahre, bevor dann eine nächste Etappe begonnen werden kann. Die gesamten Ausbaumassnahmen können aber in zwei Etappen gegliedert werden, so dass sich die gesamte Bauzeit auf rund 3 Jahre konzentriert.

Baden, 15.12.2017  
Verfasser: RAM/GOR

## **HOLINGER AG**

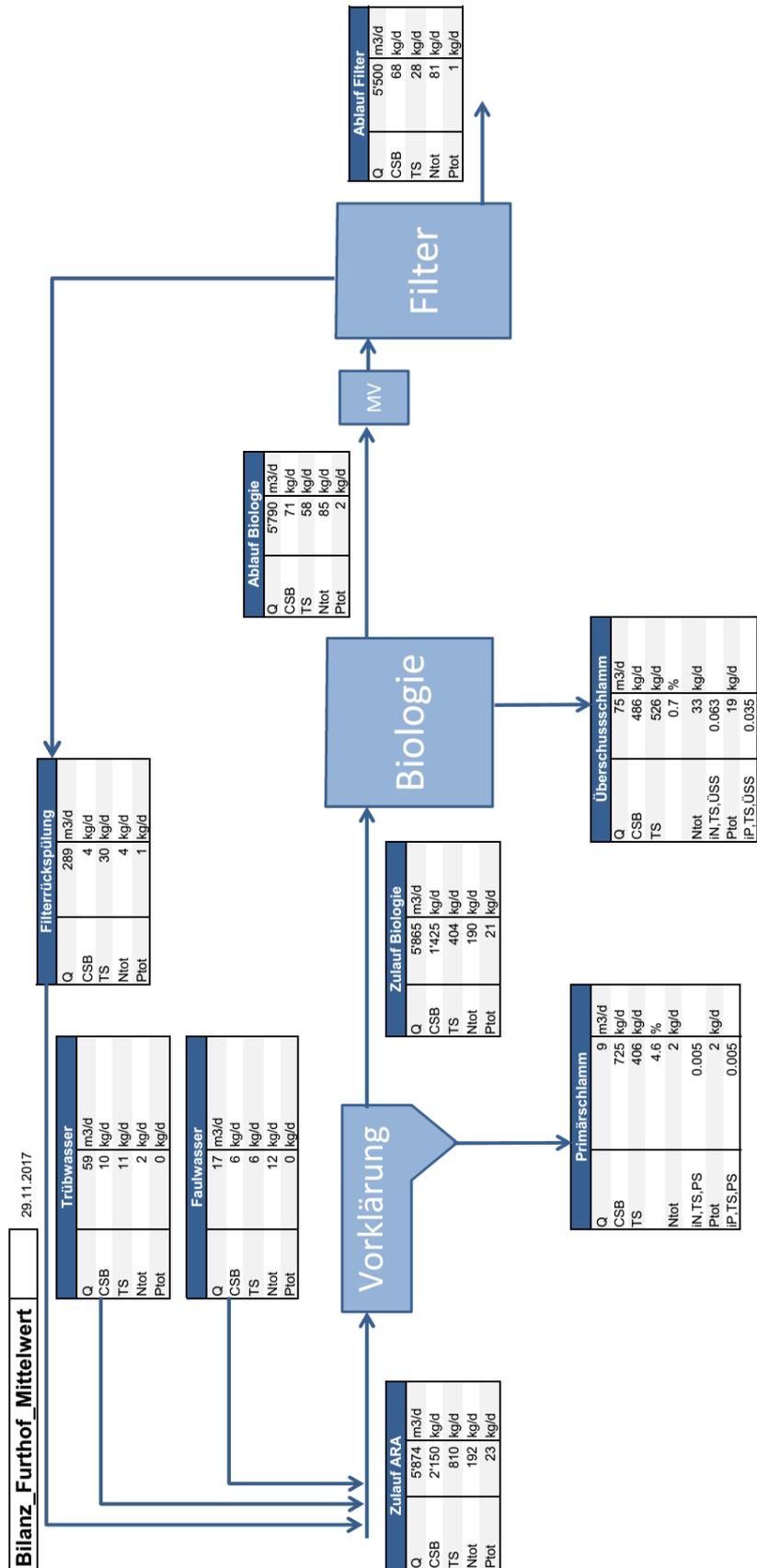
Gian Andri Levy  
Projektleiter

Mario Ramisberger  
Abwasseringenieur

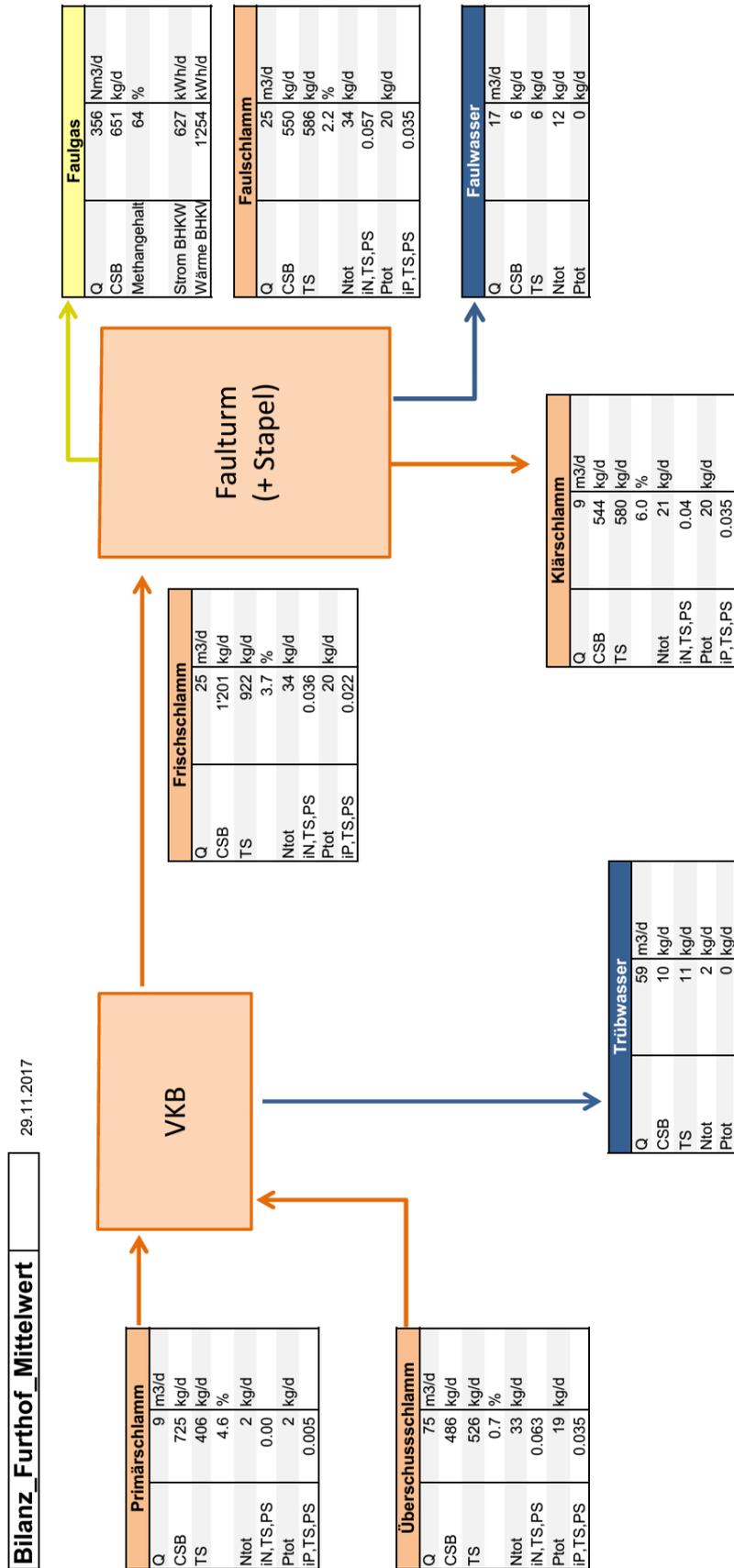
# Anhang 1

## Massenströme Mittelwert

**Bilanz Abwasserstrasse Mittelwert (nach Umbau)**

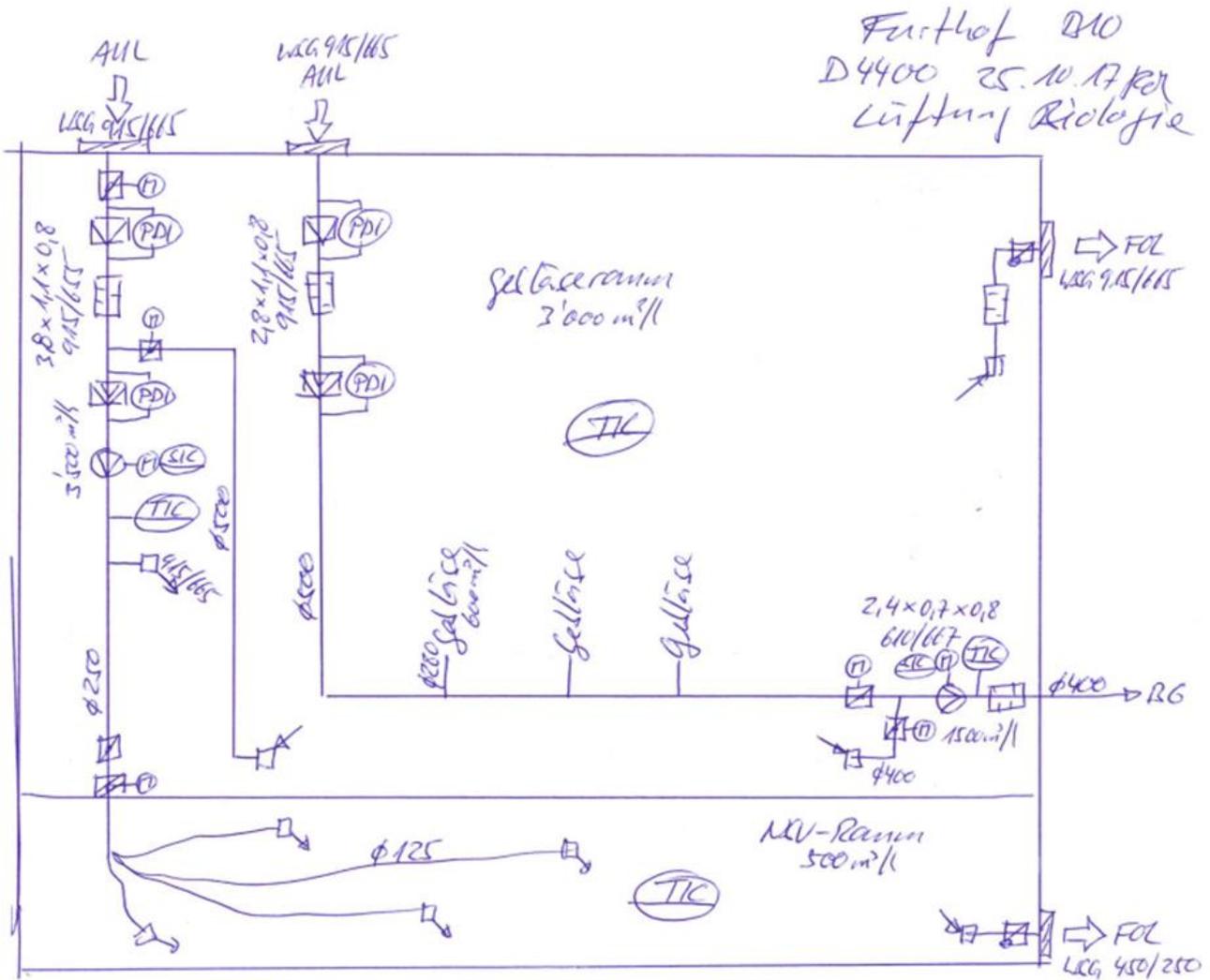


**Bilanz Schlammbehandlung Mittelwert (nach Ausbau)**

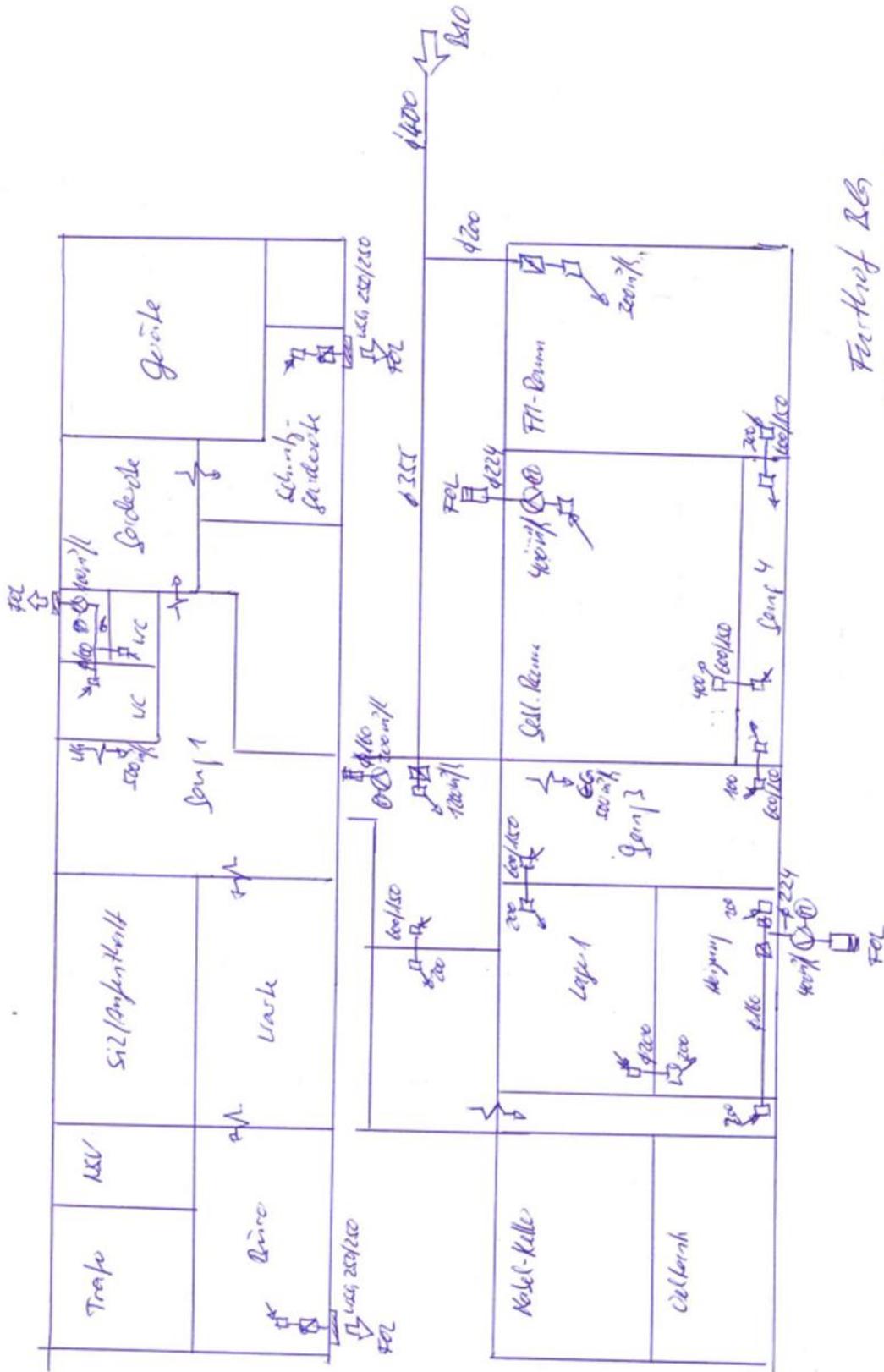


## Anhang 2

### R+I Lüftung Biologie



R+I Lüftung Betriebsgebäude



Fertigung RG  
 D4400 25.10.17 (R)  
 Lüftung RG

# R+I Lüftung Filtration

