

# **ARA Ergolz 1 Umbau Schlammbehandlung und MV-Stufe**



## **Technischer Bericht**

Liestal, November 2018

Bau- und Umweltschutzdirektion Kanton Basel-Landschaft  
Amt für Industrielle Betriebe

**HOLINGER AG**

Galmsstrasse 4, CH-4410 Liestal

Telefon +41 (0)61 926 23 23, Fax +41 (0)61 926 23 24

liestal@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
Entwurf	01.06.2018	FRC, KUE	AN	AIB
V1	27.06.2018	FRC, KUE	AN	AIB
V2	09.11.2018	FRC	AN	AIB

P:\6050\_hlt\L6050.103 Sanierung FT2 BP und MV Stufe VP\5\_Berichte\L6050\_BE\_Faulung\_MV\_E1\_v2\_20181109.docx

# INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFTRAG UND AUSGANGSLAGE	6
1.1	Schlammbehandlung	6
1.2	Abluftbehandlung	7
1.3	Aktifilt (Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen (MV-Stufe))	7
1.4	Projektgrundlagen	7
2	DATENGRUNDLAGE UND DIMENSIONIERUNGSDATEN	8
2.1	Datengrundlage Schlammbehandlung	8
2.2	Datengrundlage MV-Stufe	8
2.3	Dimensionierungsdaten	11
3	MASSNAHMEN SCHLAMMBEHANDLUNG	14
3.1	Anpassungen und Optimierungen Schlammeindickung	14
3.2	Umbau Faulung	14
3.2.1	Konzept	14
3.2.2	Umbau Faulturm 2	15
3.2.3	Umbau Faulturm 1	16
3.3	Sanierung Zwischenbau Faulung	16
3.4	Umbau Schlammstapel 3 (SS3) und Schlammstapel 4 (SS4)	17
3.5	Ersatz Dekanter und Flockmittel-Dosierung	17
3.6	Fremdschlammannahmestelle	18
4	MASSNAHMEN ABLUFTBEHANDLUNG	20
5	MASSNAHMEN MV-STUFE	21
6	ANPASSUNGEN EMSRT	23
6.1.1	Allgemein, Abgrenzung	23
6.1.1.1	Schlammbehandlung	23
6.1.1.2	MV-Stufe	23
6.1.1.3	Filtration	23
6.1.2	Elektrische und pneumatische Installationen	23
6.1.2.1	Elektrische Installationen Schlammbehandlung und MV-Stufe	23
6.1.2.2	Elektrische Installationen Filtration	24
6.1.2.3	Pneumatische Installationen Schlammbehandlung und MV-Stufe	24
6.1.2.4	Pneumatische Installationen Filtration	24
6.1.2.5	Installationselemente	24

6.1.2.6	Erdung und Potenzialausgleich	25
6.1.2.7	Blitzschutz	25
6.1.2.8	Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen Faulung	25
6.1.2.9	Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen MV-Stufe	25
6.1.3	Schaltanlagen	26
6.1.3.1	Allgemeines Schlammbehandlung und MV-Stufe	26
6.1.3.2	Allgemeines Filtration	26
6.1.3.3	Motorschutz / Schütze	27
6.1.3.4	Steuerspannungsaufbereitung	27
6.1.3.5	Frequenzumrichter	27
6.1.3.6	Niederspannungshauptverteilung / Niederspannungsverteilungen (NSHV / NSV)	27
6.1.3.7	Pilotventilkästen (PVK) Schlammbehandlung und MV-Stufe	27
6.1.3.8	Pilotventilkästen (PVK) Filtration	28
6.1.4	Messtechnische Ausrüstung	28
6.1.4.1	Allgemeines Schlammbehandlung	28
6.1.4.2	Allgemeines MV-Stufe	28
6.1.4.3	Allgemeines Filtration	28
6.1.4.4	Messsysteme	28
6.1.5	Prozesssteuerungen und Leitsystem	29
6.1.5.1	Allgemeines Schlammbehandlung	29
6.1.5.2	Allgemeines MV-Stufe	29
6.1.5.3	Allgemeines Filtration	29
6.1.5.4	Bestehende Anlageteile Schlammbehandlung	29
6.1.5.5	Bestehende Anlageteile MV-Stufe	30
6.1.5.6	Neue Anlageteile	30
6.1.5.7	Alarmierungssystem technische Alarmer	30
6.1.5.8	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	30
6.1.6	Infrastruktur / Gebäudetechnik	30
6.1.6.1	Elektrische Installationen	30
6.1.6.2	Beleuchtung allgemein	30
6.1.6.3	Aussenbeleuchtung	30
6.1.6.4	Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung Schlammbehandlung	30
6.1.6.5	Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung MV-Stufe	31
6.1.6.6	Steckdosenverteiler (Freizügige Verbraucher) Schlammbehandlung	31
6.1.6.7	Steckdosenverteiler (Freizügige Verbraucher) MV-Stufe	31
6.1.7	Kommunikation	31
6.1.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	31
7	KOSTEN	32
8	TERMINABLAUF	33
9	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND WEITERES VORGEHEN	34
10	LITERATURVERZEICHNIS	35

## ANHANG

- Anhang 1 Abluftkonzept: Bericht KWP Energieplan AG
- Anhang 2 Dimensionierung
- Anhang 3 Detaillierte Kostenschätzung
- Anhang 4 Kostenvergleich Projekt 2013
- Anhang 5 Terminablauf

# 1 AUFTRAG UND AUSGANGSLAGE

Das vorliegende Projekt umfasst 3 Teilprojekte:

1. Schlammbehandlung
2. Abluftbehandlung
3. MV-Stufe

## 1.1 Schlammbehandlung

Die Faulung auf der ARA Ergolz 1 stösst an ihre Belastungsgrenze. Es treten immer wieder Schaumprobleme auf. Die Aufenthaltszeit im Faulturm FT1 beträgt heute im Mittel etwa 25 Tage. An Tagen mit Bemessungsschlammanfall und wenn zusätzlich noch PAK in die MV-Stufe dosiert wird, liegt die Aufenthaltszeit jedoch nur noch knapp über den 15 Tagen, die für eine stabile Faulung nötig sind.

Der Faulturm FT1 der ARA Ergolz 1 wurde 2011 saniert. Bei diesen Arbeiten wurde berücksichtigt, dass zu einem späteren Zeitpunkt der Stapel FT2 saniert und zu einem vollwertigen Faulturm umgerüstet werden soll. Im Jahr 2013 wurde der Ausbau der Schlammbehandlung, unter anderem die Umrüstung des Stapels FT2 zum Faulturm im Bauprojekt geplant. Das Projekt wurde 2014 sistiert, da Abhängigkeiten zum ebenfalls sistierten Neubau der ARA Frenke 3 bestehen. 2016 wurde die Schlammmeindickung optimiert und ein Scheibeneindicker in Betrieb genommen. Seither wird der Frischschlamm auf 6% eingedickt.

Im vorliegenden Projekt dient das Bauprojekt aus dem Jahr 2013 als Grundlage. Die Massnahmen zur Optimierung der Schlammbehandlung werden aktualisiert und neu definiert.

Dabei wurde speziell auf folgende Fragestellungen geachtet:

- Welche verfahrenstechnischen Einrichtungen sind notwendig, um den FT2 als Faulturm in die Schlammbehandlung und Gasinstallationen einzubinden und welche Dimensionierungsgrundlagen sind zu berücksichtigen?
- Welche baulichen Massnahmen am FT2 (Sanierung, Isolation, Fassade) werden vorgesehen und welche Anpassungen sind beim FT1 zu berücksichtigen (insbesondere auch zur Bekämpfung von Schaumproblemen)?
- Welche Sanierungen sind für den Mittelbau der Schlammfaulung (Treppenbereich FT1/FT2) vorzusehen?
- Wie sollen zukünftig die bestehenden Stapel SS3 und SS4 betrieben werden und welche Massnahmen sind dazu notwendig?
- Wie hoch sind die notwendigen Investitionskosten für den Umbau und Ausbau?

## **1.2 Abluftbehandlung**

Die Abluftbehandlung entspricht nicht dem heutigen Stand der Technik. Die Abluftbehandlung wird deshalb optimiert und auf den neusten Stand gebracht.

## **1.3 Aktifilt (Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen (MV-Stufe))**

Auf der ARA Ergolz 1 muss gemäss der GSchV eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigung (MV-Stufe) gebaut werden. Auf der ARA Ergolz 1 wird seit 2014 ein grosstechnischer Pilotversuch mit dem Verfahren „PAK-Dosierung in das Flockungsbecken vor der Raumfiltration“ betrieben. Es hat sich gezeigt, dass das Verfahren gut geeignet ist, um die Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser der ARA Ergolz 1 zu entfernen. Nun soll das Verfahren im Grossmassstab gebaut werden. Im vorliegenden Projekt wurde die MV-Stufe auf Vorprojektniveau geplant. Dabei standen folgende Fragen im Zentrum:

- Welche verfahrenstechnischen Einrichtungen sind notwendig, um eine PAK-Direktdosierung auf die Raumfilter zu ermöglichen und wie wird die Schlammrückführung in die Biologie diese beeinflussen?
- Welche baulichen Anpassungen/Sanierungen am Raumfilter-Gebäude und für die Unterbringung der Aufbereitungs- und Dosiereinrichtung sind vorzusehen?
- Wie hoch sind die notwendigen Investitionskosten?

## **1.4 Projektgrundlagen**

- Betriebsdaten ARA Ergolz 1 2013 bis 2016
- Unterlagen Bauprojekt „ARA Ergolz 1 – Umbau Faulturm FT2“, HOLINGER AG, 2013
- Bericht Abluftkonzept „ARA Ergolz 1 – Abluftkonzept. Abluftbehandlung“, KWP Energieplan AG, 2017

## 2 DATENGRUNDLAGE UND DIMENSIONIERUNGSDATEN

### 2.1 Datengrundlage Schlammbehandlung

Das AIB hat für die Jahre 2015 bis 2016 Schlammbilanzen erstellt. Die TS-Bilanzen über den Eindicker ergeben einen Widerspruch von etwa 11%.

**Tabelle 1: Bilanzen Schlammbehandlung 2015 und 2016**

	Zulauf Eindicker <sup>1)</sup>	Ablauf Eindicker	Widerspruch
	kg/d	kg/d	
2015	2'488	2'762	11%
2016	2'301	2'553	11%
	Zulauf Faulung	Abgabeschlamm	Berechneter Abbau
	kg/d	kg/d	
2015	2'762	1'530	-45%
2016	2'553	1'538	-40%

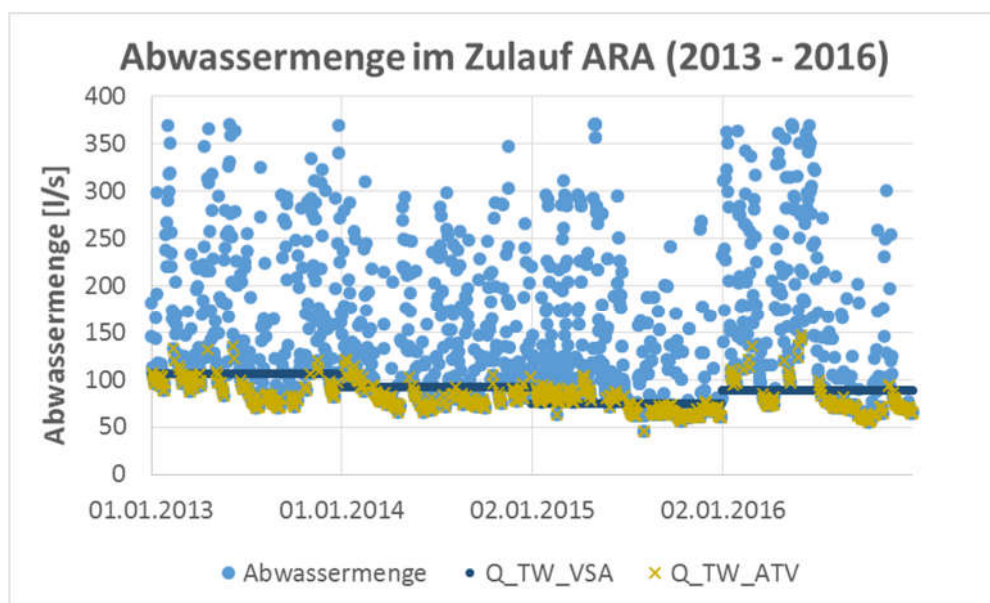
1) Frischschlamm (ÜSS über VK eingedickt) + Fremdschlamm

Vergleicht man zudem die TS-Fracht zur Faulung und im Abgabeschlamm ergibt sich ein berechneter Abbau von 40 bis 45%. Dies ist für eine mesophile Faulung plausibel.

Neben den Schlammbilanzen wurden die Bilanzfiles der ARA Ergolz 1 für die Jahre 2013 bis 2016 geprüft. Für die Phosphor-Bilanz der gesamten ARA ergibt sich jeweils ein Widerspruch von weniger als 10%. Für die CSB-Bilanz über die Faulung ist der Widerspruch teilweise etwas grösser als 10%.

Aufgrund der obigen Ausführungen kann davon ausgegangen werden, dass die Schlammdaten plausibel sind und die Frachten im Dünnschlamm als Grundlage für die Dimensionierung verwendet werden können.

### 2.2 Datengrundlage MV-Stufe



**Abbildung 1: Abwassermenge im Zulauf zur ARA Ergolz 1**



In Abbildung 1 ist die Zulaufmenge auf die ARA Ergolz 1 dargestellt. Die ARA wird momentan mit maximal 370 l/s beschickt.

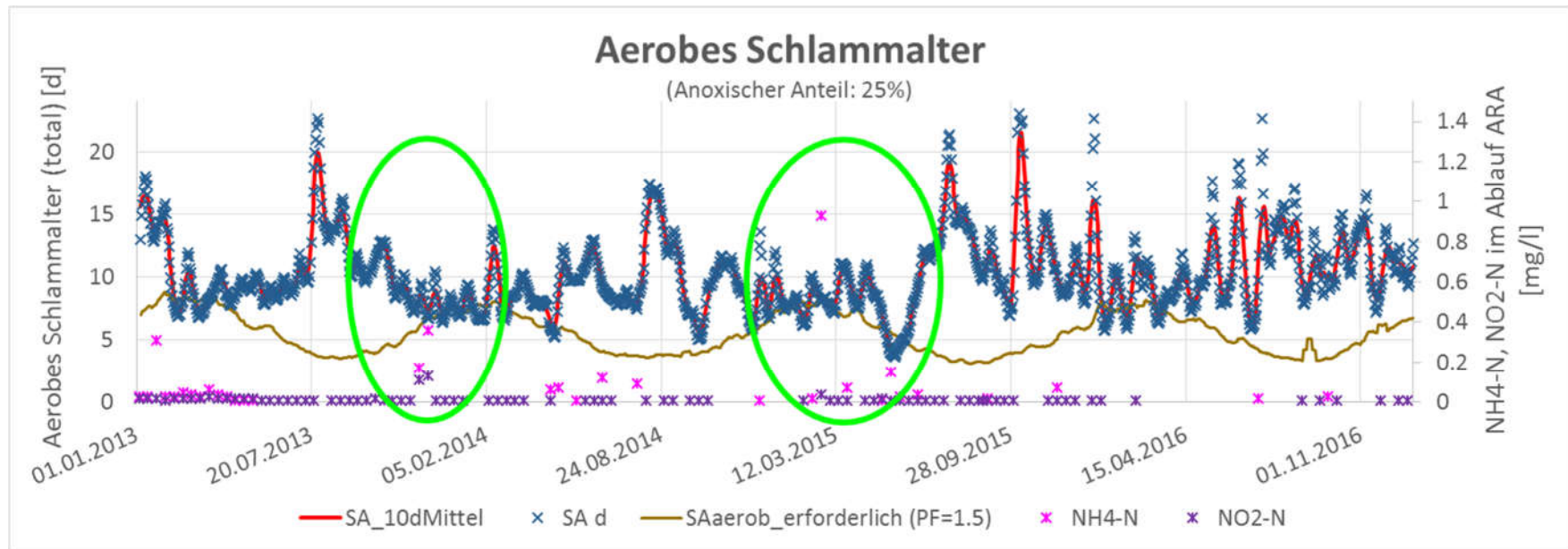
Ursprünglich wurde die ARA auf 470 l/s ausgelegt. Aufgrund der hohen Belastung kann die ARA aber nur maximal 370 l/s behandeln. Im GEP für die ARA Ergolz 1 wurde für die Festlegung der Beckengrösse 470 l/s verwendet, für das Entleerungskonzept 370 l/s. Um den ARA GEP trotz dieser Differenz genehmigen zu können, wird im ARA GEP festgehalten, dass ein Entleerungskonzept zu erarbeiten und umzusetzen ist (siehe Aktennotiz 36 vom 17. 2. 2017).

In Tabelle 2 ist der Trockenwetterabfluss auf der ARA Ergolz 1 dargestellt. Je nach Berechnungsart ergibt sich eine  $Q_{TW}$  von 80 bis 90 l/s.

**Tabelle 2: Trockenwetterabfluss auf der ARA Ergolz 1**

Trockenwetterabfluss ARA Ergolz 1				
	Q_Mittel	Q_TW_VSA	Q_TW_ATV	
			Mittel	85%Quantil
	l/s	l/s	l/s	l/s
2013	153.4	105.5	90.1	103.7
2014	130.1	91.9	81.8	93.6
2015	108.9	74.6	71.7	83.0
2016	144.7	88.0	76.9	94.5
<b>Mittel [l/s]</b>	<b>134.2</b>	<b>90.0</b>	<b>80.1</b>	<b>93.7</b>
[m3/d]	11'599	7'779	6'921	8'097

Um die Kapazität der Kläranlage abzuschätzen, wurde das aktuelle aerobe Schlammalter mit dem benötigten aeroben Schlammalter verglichen. Das benötigte aerobe Schlammalter wurde aufgrund der A131 des DWA festgelegt [1]. Der verwendete Prozessfaktor liegt bei 1.5. Dies ist der tiefste von der DWA empfohlene Wert [1]. Es sind somit nur minimale Reserven für Schwankungen in der Ammonium-Fracht im Zulauf eingerechnet.



**Abbildung 2: Vergleich des aktuellen und des benötigten Schlammalters abhängig von der Temperatur**

In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass im Winter das benötigte aerobe Schlammalter heute teilweise schon unterschritten wird. Es zeigt sich auch dass in diesen Perioden erhöhte Ammonium und Nitrit-Werte gemessen wurden. Diese liegen zwar noch unterhalb der Einleitbedingungen (NH<sub>4</sub>-N: 1 mg/l; NO<sub>2</sub>-N: 0.3 mg/l), sind aber klar ein Zeichen dafür, dass die Biologie heute ausgelastet ist. Im Winter müssen zwingend alle 3 Strassen in Betrieb bleiben (keine Redundanz).

Im Zeitraum 2013 bis 2016 lag der TS-Gehalt in der Biologie bei 3 g/l. Ende 2016 wurde er auf 3.5 g/l erhöht. Zudem wird heute ein Viertel des Beckens nicht belüftet (Anoxischer Anteil: 25%). Im Winter könnte das gesamte Becken belüftet werden. Diese Massnahmen schaffen zusätzliche Reserven in der Biologie.

Trotzdem wird es in den nächsten Jahren notwendig werden die Biologie auszubauen. Eine Studie zum Biologie-Ausbau soll im Anschluss an das vorliegende Projekt in Angriff genommen werden. Es stehen unter anderem folgende Varianten zur Verfügung:

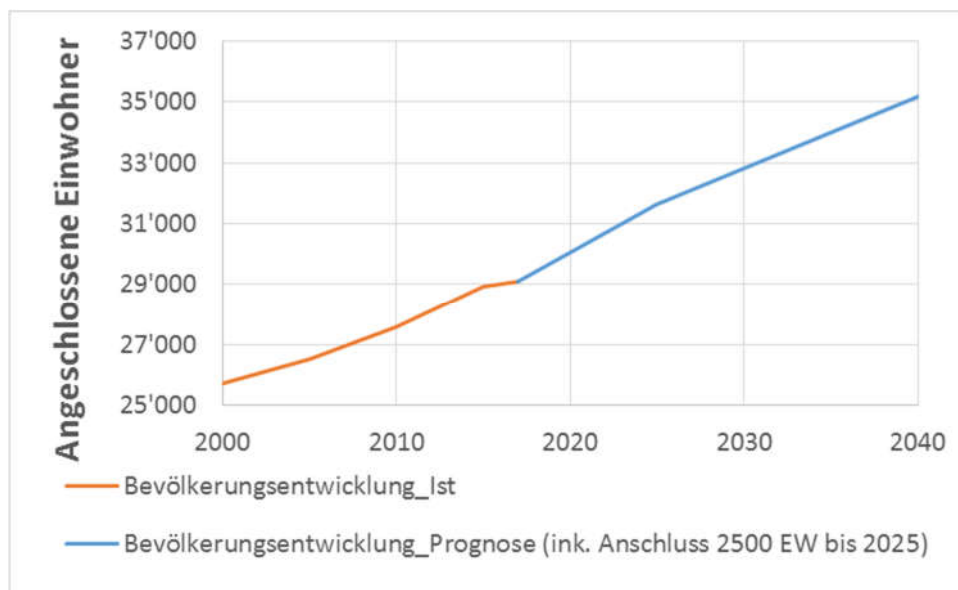
- Vorfällung (Auswirkungen auf den SVI?)
- Wirbelbett-Biologie oder Hybridwirbelbett
- Biologie-Becken erhöhen (hydraulische Höhe vorhanden?)
- Optimierung NKB

Durch die Rückführung von PAK wird die Biologie zusätzlich belastet. In einer ersten Annahme wird aber davon ausgegangen, dass die PAK einen positiven Effekt auf den SVI hat, wodurch die PAK-Rückführung durch eine weitere Erhöhung der TS-Konzentration in der Biologie ausgeglichen werden kann. Dies muss jedoch in Versuchen auf der ARA Ergolz 1 noch bestätigt werden.

## **2.3 Dimensionierungsdaten**

Für die Dimensionierung der Faulung und der MV-Stufe wurde das voraussichtliche Wachstum bis 2040 berücksichtigt (Abbildung 3). Das statistische Amt Basel-Landschaft geht von einem jährlichen Wachstum von 0.75% pro Jahr aus [2]. Neben dem Wachstum im heutigen Einzugsgebiet, werden zusätzlich die Kleinkläranlagen der Gemeinden Rütenberg, Zeglingen, Kilchberg, Oltingen und Anwil an die ARA Ergolz 1 angeschlossen. Insgesamt entsprechen sie einer Belastung von etwa 2'500 EW. Heute wird der Schlamm aus diesen Anlagen als Fremdschlamm auf die ARA Ergolz 1 gebracht. Dieser Fremdschlamm fällt in Zukunft weg. Die Fracht wird über den ARA Zulauf auf die Anlage gebracht. In Abbildung 3 ist der Anschluss der Kleinkläranlagen in den Jahren 2017 bis 2025 dargestellt (Knick in der blauen Linie, siehe Legende). Der genaue Zeitpunkt für den Anschluss der Kleinkläranlagen ist aber noch nicht festgelegt.

Insgesamt ergibt sich bis 2040 ein Wachstum von etwa 25%.



**Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung im Einzugsgebiet der ARA Ergolz 1, inkl. Anschluss von Kleinkläranlagen bis 2025.**

Für das Gewerbe und die Industrie wurde das gleiche Wachstum angenommen wie für die angeschlossenen Einwohner. Für die Auslegung wurde kein Co-Substrat berücksichtigt.

Aus den obigen Ausführungen ergeben sich die Dimensionierungsdaten für die Schlammbehandlung in Tabelle 3. Für den Ist-Zustand ist die Belastung aus den Kleinkläranlagen noch als Fremdschlamm berücksichtigt. Für das Ausbauziel sind die Kleinkläranlagen an den Zulauf angeschlossen. Sowohl für den Ist-Zustand als auch für den Ausbauzustand wurde der Schlammanfall aufgrund der PAK-Dosierung berücksichtigt.

**Tabelle 3: Dimensionierungsgrundlage für die Schlammbehandlung (inkl. PAK)**

Frischschlamm zu Scheibeneindicker		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung		ohne Vorfällung	
TS	%	4.0	3.4	3.9	3.4
GV	%	65	65	61	61
Schlammmenge	m <sup>3</sup> /d	94	129	82	110
<b>Frachten</b>					
BSB5	kg/d				
CSB	kg/d	4'305	5'098	3'652	4'287
TS	kg/d	3'754	4'406	3'212	3'733
TKN	kg/d	145	177	116	142
NH4-N	kg/d	1	1	1	1
NO3-N	kg/d	-	-	-	-
P <sub>tot</sub>	kg/d	51	66	41	53
NO2-N	kg/d	-	-	-	-
N <sub>tot</sub>	kg/d	145	177	116	142

Im Scheibeneindicker wird der Frischschlamm auf 6% eingedickt.

Die MV-Stufe wird auf maximal 370 l/s ausgelegt. Um die Unsicherheit bezogen auf die benötigte Flockungszeit und die zukünftige Wassermenge miteinzubeziehen,

wird das Flockungsbecken vergrössert.

Das Verfahren der PAK-Dosierung auf den Filter wird beibehalten. Untersuchungen des AIB haben ergeben, dass die Ozonung als Verfahren nicht geeignet ist (tiefe O<sub>3</sub>- und OH-Radikalexposition, tiefer Spurenstoffabbau, Bromid im Zulauf) [3]. Zudem befinden sich unterhalb der ARA E1 mehrere Grundwasserschutzzonen und Trinkwasserpumpwerke. GAK ist als alternatives Aktivkohleverfahren aus wirtschaftlichen Gründen nicht attraktiv.

Für die Auslegung der PAK-Dosierung wurde die Literatur zu den Versuchen auf der ARA Ergolz 1 berücksichtigt ([4], [5]). Die dosierte PAK-Konzentration liegt so bei 15 mg/l behandeltes Abwasser.

Genauere Angaben zur Dimensionierung sind in Anhang 2 abgelegt.

## **3 MASSNAHMEN SCHLAMMBEHANDLUNG**

### **3.1 Anpassungen und Optimierungen Schlammeindickung**

Auf der ARA Ergolz 1 ist seit Herbst 2016 ein Scheibeneindicker in Betrieb. Der Frischschlamm wird aus den Eindickern 1 und 2 in den Scheibeneindicker gepumpt. Dort wird er auf 6% eingedickt und über eine Dickschlammpumpe in die Faulung eingebracht.

Seit der Inbetriebnahme kommt es immer wieder zu Ablagerungen und Verstopfungen nach dem Scheibeneindicker (im Dickschlammtrichter, in der Dickschlammpumpe, in der Dickschlammleitung). Um die Ablagerungen zu minimieren und den Unterhalt zu vereinfachen sind für den Ausbau der Faulung die unten beschriebenen Optimierungsmassnahmen vorgesehen. Die CE-Konformität der Installation „Scheibeneindicker und Dickschlammtrichter“ wird entsprechend aktualisiert. Es wird kein zweiter Scheibeneindicker gebaut. Die Kapazität des bestehenden Scheibeneindickers reicht aus um den prognostizierten Frischschlammfall zu verarbeiten.

#### Massnahmen:

- Anschluss einer Leitung zur Spülung der Dickschlamm-Infrastruktur mit Faulschlamm
- Installation einer zweiten Dickschlammpumpe (bei Revision einer Pumpe muss der Scheibeneindicker nicht ausser Betrieb genommen werden)

### **3.2 Umbau Faulung**

#### **3.2.1 Konzept**

Beide Faultürme sollen entweder im Parallelbetrieb oder in Serie gefahren werden können. Die serielle Beschickung ist im Betrieb anspruchsvoller: Bei Revisionsarbeiten am Scheibeneindicker muss die Faulung mit Dünnschlamm betrieben werden. Deshalb muss der Betrieb von „seriell“ auf „parallel“ umgeschaltet werden können. Die Umschaltung muss stufenweise erfolgen, um den Prozess nicht zu destabilisieren. Der Vorteil des seriellen Betriebs ist jedoch, dass mehr Gas produziert werden kann und weniger Schlamm entsteht (siehe Anhang 2). Dadurch können etwa 25'000 CHF/a an Betriebskosten eingespart werden. Für die Investitionskosten ergibt sich mit dem unten beschriebenen Konzept für die zwei vorliegenden Varianten nur ein geringer Unterschied, deshalb ist es aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen sinnvoll beide Betriebsmöglichkeiten vorzusehen.

Folgende weiteren konzeptionellen Punkte werden berücksichtigt:

- Der Schlammtransport von FT1 zu FT2 geschieht über Pumpen. Damit ist man flexibel in der Bewirtschaftung der Niveaus in den beiden Faultürmen.
- Es sind keine Notüberläufe aus den Faultürmen geplant. Es wird jeweils eine zweite Schwinggabel als Hochalarm installiert um die Sicherheit gegenüber dem Überlaufen eines Faulturms zu erhöhen.

- Um bei Schaumproblemen genügend Puffervolumen im Gasbereich zu haben, sollen beide Faulbehälter mindestens um 200m<sup>3</sup> abgesenkt werden können. Dies muss bei der Positionierung der Rührwerksflügel berücksichtigt werden.
- Die Beschickung mit Frischschlamm soll direkt in die Umwälzleitung zum Wärmetauscher erfolgen, getrennt für jeden Faulturm. Parallel dazu soll auch eine Umwälzung ohne Wärmetauscher möglich sein (als Schaumbekämpfungsmassnahme).

Alle 4 Umwälzpumpen sind über Kollektorleitungen miteinander verbunden. Die Verrohrung ist so konzipiert, dass bei Ausfall einer Umwälzpumpe eine andere deren Funktion übernehmen kann (z.B. Umwälzung mit/ohne WT). Für die Umwälzung wird im Normalbetrieb die Kreislumpumpe eingesetzt. Bei Schaumproblemen kommt die Drehkolbenpumpe zum Einsatz. Der Betrieb auf der ARA Birs hat gezeigt, dass Drehkolbenpumpen bei der Bekämpfung von Schaum von Vorteil sind: In einer Verdängerpumpe wird das Schlamm-Schaum-Gemisch durchgefördert, ohne dass sich im Pumpenbereich oder an neuralgischen Rohrleitungsabschnitten (Hochpunkte) Gasblasen bilden und zu Förderstörungen führen.

### **3.2.2 Umbau Faulturm 2**

Die funktionelle Anpassung des FT2 bedingt entsprechende bauliche und verfahrenstechnische Anpassungen. Da das gesamte Beschickungs- und Umwälzungssystem anzupassen ist, wird auf die Weiterverwendung der bestehenden Rohrleitungen verzichtet und diese komplett ersetzt. Zudem werden auch alle bestehenden Schieber aufgrund ihres schlechten Zustandes ersetzt. Alle Rohrdurchführungen werden mittels Inliner saniert.

Die Wärmeversorgung der beiden Wärmetauscher wird ab der bestehenden Wärmeverteilung erschlossen. Die Pumpe und die Zuleitung zum heutigen Wärmetauscher in der Wärmeverteilung werden ersetzt und für den zweiten Wärmetauscher ergänzt. Die beiden Wärmetauscher sind jeweils gleich gross wie der heutige und nur nach einander in Betrieb.

Das bestehende BHKW hat einen Durchsatz von 80 Nm<sup>3</sup>/h und ist etwa für 12 Stunden pro Tag in Betrieb. Durch das Wachstum im Einzugsgebiet und den zusätzlichen Gasanfall durch den allfälligen seriellen Betrieb wird die Gasproduktion etwa um einen Drittel zunehmen. Der zusätzliche Gasanfall kann mit dem bestehenden BHKW verarbeitet werden. Es wird davon ausgegangen, dass hinsichtlich Wärmespeicherung keine grösseren Anpassungen notwendig sind. Es müsste allenfalls in der nächsten Projektierungsphase überlegt werden, ob diesbezüglich noch Abklärungen gemacht werden müssen.

Für die Bekämpfung von Schaumproblemen sind verschiedene Massnahmen vorgesehen: Der Schlamm soll über einen Zyklon in den Faulturm eingebracht werden. Dadurch kann die allfällige Schaumdecke zerschlagen werden. Es wird eine Schaumfalle installiert und eine Entschäumer-Dosierung wird vorgesehen. Der Entschäumer kann entweder in die Zuleitung oder direkt in den Faulturm dosiert werden.

Baulich wird analog FT1 im inneren Bereich des FT2 eine Betonsanierung durchgeführt, die Fassade ersetzt und mit einer dickeren Aussenisolation versehen. Das Flachdach auf dem FT2 wird isoliert und neu abgedichtet. Das Dachwasser und die Notüberläufe aus den Gasinstallationen (z.B. Schaumfalle) werden nicht mehr in den Trübwasser-Schacht abgeleitet, sondern direkt in die Stapel oder zum Sandfang gebracht.

Massnahmen:

- Gesamte Rohrleitungseinrichtungen und alle Schieber neu
- 2 neue Wärmetauscher
- Neue Umwälzpumpen für FT1 und FT2
- Neues Rührwerk FT2 inkl. Gasdom
- Schaumfalle, Zyklon und Entschäumer-Infrastruktur
- Betonsanierung FT2
- Ersatz Fassade und Isolation FT2
- Neue Isolation und Abdichtung Dach FT2 und Zwischenbau
- 2 neue Hochalarne für FT2

### **3.2.3 Umbau Faulturm 1**

Zum jetzigen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass das bestehende Rührwerk im Faulturm 1 ersetzt wird. So kann das Rührwerk optimal auf den Betrieb mit zwei Faultürmen und flexiblem Niveau ausgelegt werden und die Ersatzteillagerung wird vereinfacht. Der Ersatz des Rührwerks wird im Ausführungsprojekt nochmals geprüft.

Zudem wird der Faulturm 1 analog zum Faulturm 2 mit verschiedenen Installationen zur Schaumbekämpfung nachgerüstet.

Massnahmen:

- Neues Rührwerk FT1 (Gashaube bleibt bestehen)
- Schaumfalle, Zyklon und Entschäumer-Infrastruktur
- 2 neue Hochalarne für FT1

### **3.3 Sanierung Zwischenbau Faulung**

Der Zwischenbau wurde anlässlich des Umbaus des FT1 bewusst nicht saniert, da das weitere Vorgehen im Rahmen der Optimierung der Schlammbehandlung noch unklar war. Der Zwischenbau soll nun soweit instand gestellt werden, dass die funktionellen Ansprüche erfüllt werden können und das äussere Erscheinungsbild moderat erneuert wird.

Im Zwischenbau wurden in einer Schadstoffuntersuchung festgebundenes Asbest in den Fensterelementen und Schwermetalle im Farbanstrich gefunden. In diversen



Flanschdichtungen sind asbesthaltige Materialien verbaut. Die Einhausung der ehemaligen Gaseinpressung auf dem Dach ist aus Asbestzementplatten. Diese Schadstoffe müssen fachgerecht entsorgt und allenfalls durch ungefährliches Material ersetzt werden.

Massnahmen:

- Neue Überzüge
- Malerarbeiten und kleinere Betonsanierungen (Innenwände und Böden)
- Neuer Verputz Fassade
- Neue Fenster und Türen auf beiden Seiten des Zwischenbaues
- Schadstoffsanierung und –Entsorgung

### **3.4 Umbau Schlammstapel 3 (SS3) und Schlammstapel 4 (SS4)**

Die Anordnung der bestehenden Rührwerke verunmöglicht eine homogene Durchmischung der Stapel unterhalb von ca. 1.5m Wasserstand. Neu sollen die Stapel SS3 und SS4 unterteilt werden und der rührwerkslose Bereich mit einem neuen Rührwerk ausgerüstet werden, welches weniger Überdeckung braucht. Diese Stapel sollen für den täglichen Betrieb der Zentrifuge benutzt werden. Für die weitergehende Stapelung können die Stapel SS1 und SS2 weiterhin benutzt werden. Die Entleerung dieser Stapel soll zukünftig in die Stapel SS3 und SS4 erfolgen um eine Homogenisierung des zu entwässernden Schlammes zu gewährleisten.

Der vordere Bereich der Stapel SS3 und SS4 kann weiterhin für die Trübwasserstapelung verwendet werden. Aufgrund der vermutlich geringen Ablagerungen soll eine Aufwirbelung nur in grösseren Abständen und bei Vollerfüllung mit den bestehenden Rührwerken erfolgen.

Die Beschickung des neuen Bereiches von SS3 und SS4 wird mit einer Verlängerung der bestehenden Schlammbeschickungsleitungen erreicht. Zudem ist je eine neue Montageöffnung für das neue Rührwerk der beiden Stapel vorgesehen.

Massnahmen:

- Neue Beckenunterteilung von SS3 und SS4 inkl. Schützen
- 2 neue Rührwerke für SS3 und SS4 inkl. neue Montageöffnungen
- Anpassung der Beschickungs- und Abzugsleitungen
- Neue Faulschlamm-Pumpen
- Neue Trübwasser-Pumpen
- Neue gasdichte Deckendurchdringungen für die zwei Schützen

### **3.5 Ersatz Dekanter und Flockmittel-Dosierung**

Der bestehende Dekanter wird ersetzt. Dabei soll auf Wunsch des Betriebs das glei-

che Modell eingesetzt werden wie zukünftig auch auf der ARA Birs und der ARA Birsig. So können bei Ausfällen und Revisionen Synergien (z. B. Reserveteile) genutzt werden. Durch den Ersatz des Dekaners müssen die Zu- und Ableitungen angepasst werden. Dies gilt sowohl für die Hilfsmedien, als auch für die Faulschlammleitung, den Dickschlammtrichter und die Zentratleitung. Zudem muss die Stahlbau Unterkonstruktion auf den neuen Maschinentyp angepasst werden. Neben dem Dekanter wird auch die FHM-Dosierung ersetzt. Zudem wird die bestehende Lüftung angepasst.

Massnahmen:

- Neuer Dekanter
- Anpassung Zu- und Ableitung
- Neue FHM-Station inkl. Pumpen und Steuerung
- Anpassung bestehende Lüftung

### **3.6 Fremdschlammannahmestelle**

Momentan wird auf der ARA Birs Hühnerschlamm aus der Fleischindustrie angenommen. Dieser ist sehr fetthaltig und führt zu starken Geruchsemissionen. Der Schlamm hat bei der Anlieferung einen TS von 26%. Für diesen Schlamm soll nun auf der ARA Ergolz 1 ein alternativer Entsorgungsweg geschaffen werden. Dabei ist das Verhindern der Geruchsemissionen das zentrale Thema. Zudem müssen Feststoffe wie Schnäbel und Knochen zerkleinert oder aus dem Schlamm entfernt werden, um Störungen in der Faulung zu verhindern.

Drei Varianten für eine Fremdschlammannahmestelle wurden mit dem Betrieb besprochen:

- Variante 1: Annahme in einem separaten Bereich im Frischschlammschacht, Beschickung der Strainpress, Umfahrung des Scheibeneindickers
- Variante 2: Annahme im heutigen Frischschlammschacht, gemeinsame Siebung und Eindickung im Scheibeneindicker
- Variante 3: Separate Annahme und Zerkleinerung, direkte Beschickung des Faulturms

Aufgrund der einfachen Betriebsführung und der kurzen Wege in die Faulung wird die Variante 3 bevorzugt und weiter verfolgt. Um Geruchsemissionen zu vermeiden ist ein geschlossenes System vorzusehen. Das Handling muss daher mittels Saugwagen oder geschlossener Mulde erfolgen. Der Schlammaustrag muss ohne zusätzliche Manpower möglich sein. Somit muss in der Mulde der Schlamm selbstständig abfließen und der Inhalt homogenisiert sein.

Die Fremdschlammannahme wird zwischen der Faulung und den Biologiebecken installiert. Die Zerkleinerungstechnik, der Zwischenbehälter sowie die Pumpe zur Förderung in die Faulung wird im darunterliegenden ELT BET 04A aufgestellt.

Massnahmen:

- Neue geruchsdichte Annahmestelle mit unterirdischem Zwischenbehälter
- Neue Fremdschlammpumpe inkl. Zerkleinerer und Zuleitung Faulung
- Anschluss Zwischenbehälter an die bestehende Abluftbehandlung

## 4 MASSNAHMEN ABLUFTBEHANDLUNG

Die KWP Energieplan AG hat ein Abluftkonzept für die ARA Ergolz 1 erstellt (Anhang 1).

Für die Abluftbehandlung wurden drei Varianten untersucht:

- Variante 1: Direkte Beschickung Biofilter, mit Luftwäscher
  - 1) Mit bestehender Biofilter-Kammer
  - 1a) Mit Biofilter-Container
- Variante 2: Beschickung Biofilter über die Biologie (ohne Luftwäscher)
  - 2) Mit bestehender Biofilter-Kammer
  - 2a) Mit Biofilter-Container
- Variante 3: Beschickung einer gesamten Biofilter-Kammer über die Biologie (ohne Luftwäscher)

Die Beschickung einer gesamten Biofilter-Kammer ist aus wirtschaftlichen Sicht nicht sinnvoll. Die Wirksamkeit der Abluftbehandlung ist bei geschlossenen Biofiltern grösser als bei offenen und die direkte Beschickung der stark belasteten Abluft (ohne Umweg über die Biologie) ist effizienter. Deshalb wird die Variante 1a) (Luftwäscher und Biofilter Container) vom Betrieb bevorzugt und im Weiteren verfolgt.

### Massnahmen:

- Anschluss des Muldenraums der Schlammbehandlung an die Abluftbehandlung
- Neue Abluftleitungen (Umfahrung der Biologie, Zuleitung zu Luftwäscher und Biofilter) (wurde bereits umgesetzt)
- Ersatz bestehender Abluftventilator in der Gebläsestation (Erhöhung der Leistung)
- Neuer Luftwäscher
- Neuer Biofilter im Container
- Rückbau eines Teils des Spaltbodens des bestehenden Biofilters 1
- Anpassung des Stahltors zum Einbau des Biofilter-Containers (Notwendigkeit in nächster Projektstufe nochmals prüfen)

## 5 MASSNAHMEN MV-STUFE

Das bestehende Flockungsbecken zur Filtration wird erweitert, sodass bei 370 l/s im Flockungsbecken eine hydraulische Aufenthaltszeit von etwa 10 Minuten eingehalten werden kann. Dies entspricht der minimalen Aufenthaltszeit in den grosstechnischen Versuchen [3].

Die Einmischung und Flockung der PAK (Pulveraktivkohle) ist essentiell für den Prozess und den PAK-Rückhalt. Deshalb wird das Flockungsbecken mit Rührwerken ausgestattet. Zudem wird eine Belüftung zur zusätzlichen Durchmischung vorgesehen. Die Notwendigkeit der Belüftung kann im Bauprojekt nochmals eingehend untersucht werden.

Die bestehende Infrastruktur aus den grosstechnischen Versuchen wird abgebrochen. Die Weiterverwendung ist aufgrund des höheren PAK-Bedarfs bei Vollausbau aus betrieblicher Sicht nicht sinnvoll (PAK-Handling). Es wird ein neues PAK-Silo mit zwei dazu gehörigen PAK-Dosierstationen installiert. Das Silo steht auf einer Betonplatte. Die Dosierstationen stehen unterhalb des Silos und sind durch eine Einhausung gegen Frost geschützt. Der Standort des Silos und die Redundanz der Dosieranlagen kann im Bauprojekt noch optimiert werden.

Die PAK wird zusammen mit dem Schlammwasser aus dem Filter ausgetragen. Für die optimale Ausnutzung der PAK und den wirtschaftlichen Betrieb ist ein zweistufiger Einsatz der PAK nötig. Deshalb werden neue Schlammwasser-Leitungen vorgesehen über die das Schlammwasser zurück in die Biologie (und nicht wie heute in den Rechen) gebracht werden kann. So können in der Biologie weiter Mikroverunreinigungen an die PAK adsorbieren.

Die LPM hat für die Filtration eine Betonuntersuchung durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass im Flockungsbecken der Spachtel stark erodiert ist und die Nutzungsdauer in etwa 5 Jahren am Ende sein wird. Zudem sind einzelne Risse sichtbar. Im Zusammenhang mit dem Ausbau des Flockungsbeckens wird deshalb eine Sanierung des bestehenden Beckens vorgesehen.

Neben den neuen Installationen für die PAK-Dosierung soll die bestehende Filtration saniert werden. Innerhalb der Filterzellen müssen einzelne Düsen und Teile von Schlammwasserklappen ersetzt werden (gemäss dem Zustandsbericht der WABAG). Zudem werden die Pumpen und die Gebläse ersetzt. Die momentane Filterschüttung (Blähschiefer) wird beibehalten und über die Betriebsjahre verlorenes Material wird ersetzt. Die Betonuntersuchung der LPM hat zudem gezeigt, dass in Zukunft kleinere Sanierungsmassnahmen im Bereich der Filterzellen, im Schlammwasserbecken und allenfalls im Polsterraum notwendig sein werden (z. B. Ausinjizieren und Abdichten von einzelnen Rissen).

Die Sanierung der bestehenden Filtration ist, abgesehen von der Betonsanierung im Flockungsbecken, unabhängig vom Ausbau der MV-Stufe und muss deshalb nicht zeitgleich durchgeführt werden. Da die Aggregate noch in relativ gutem Zustand sind und die Betonsanierung nicht dringend ist, kann die Sanierung auch erst in 10 bis 15 Jahren in Angriff genommen werden.

Massnahmen beim Ausbau der MV-Stufe:

- Anpassen der Zuleitung zum Flockungsbecken
- Neues PAK-Silo inkl. 2 Dosierstationen und Dosierleitungen
- 6 Rührwerke im Flockungsbecken
- Schlammwasserleitungen in die Biologie
- Erweiterung der Belüftungsinfrastruktur
- Sanierung Ausrüstung in Filterzellen (Düsen, Klappen, Filtermedium...)
- Erweiterung und stellenweise Betonsanierung Flockungsbecken

Massnahmen zur Sanierung der bestehenden Filtration:

- Ersatz Pumpen (Zulauf, Schlammwasser, Spülwasser)
- Ersatz Gebläse (Spülluft, Flockungsbecken)
- Ersatz Fällmittel Pumpen und Dosierleitungen
- Betonsanierung Filtration

## **6 ANPASSUNGEN EMSRT**

### **6.1.1 Allgemein, Abgrenzung**

Der Um- und Neubau der Elektroanlagen folgt in allen Teilen dem verfahrens- und bautechnischen Vorgehen. Dazu sind im vorliegenden Projekt auch geeignete Massnahmen zur Anlagensicherung sowie für Provisorien und Demontagen enthalten.

#### **6.1.1.1 Schlammbehandlung**

Die Schaltanlagen der Unterverteilung (Gas) GNV wurden im Jahr 2016 umgebaut und erneuert. Die Erneuerung der Schaltanlagen der Unterverteilung (Schlamm) SNV erfolgt in diesem Jahr. Der Umbau der Unterverteilung ist im November vorgesehen. Ebenso wurden die Pilotventil-Kästen (PVK) erneuert.

#### **6.1.1.2 MV-Stufe**

Die Schaltanlagen der MV-Stufe werden in der Unterverteilung Filtration (FNV) untergebracht. Die Erneuerung der Schaltanlagen der Unterverteilung Filtration (FNV) erfolgte in diesem Jahr. Ebenso wurden die Pilotventil-Kästen (PVK) erneuert.

Die Sanierung der Elektroanlagen in der Filtrationsstufe ist nicht Projektbestandteil.

#### **6.1.1.3 Filtration**

In zehn Jahren soll die Filterstufe saniert werden. Ersetzt werden soll die Messtechnik sowie die Elektromechanische Ausrüstung. Dies wird auch Kosten im Bereich EMSRT zur Folge haben. Im KV sind die Kosten für die Elektroinstallationen, die Schaltanlagen, die Messtechnik sowie die Prozesssteuerung und das Leitsystem enthalten.

### **6.1.2 Elektrische und pneumatische Installationen**

Für die Elektroinstallationen gilt ein separates Pflichtenheft.

#### **6.1.2.1 Elektrische Installationen Schlammbehandlung und MV-Stufe**

Die Elektroinstallationen werden entsprechend dem Standard der bestehenden Installationen ausgeführt.

Die Erschliessung der Sensoren und Aktoren wird sichtbar Aufputz ausgeführt.

Das Isoliermaterial muss halogenfrei ausgeführt werden. Die Verkabelung von drehzahl-geregelten Motoren (Frequenzumrichtern) erfolgt mit abgeschirmten EMV-Kabeln. Dies verhindert die Ausbreitung von elektromagnetischen Störimpulsen, welche Funktionsstörungen bei den Messungen oder den Steuerungen zur Folge haben könnten. Die Kabelschirme werden beidseitig aufgelegt.

Bei der Auswahl der Kabel wird der neuen Bauprodukteverordnung Rechnung getragen.

Besondere Bedeutungen werden den Beschriftungen der elektrisch angesteuerten Komponenten (Motoren, Ventile, Messungen) beigemessen. Die Beschriftungen müssen folgende Informationen für die Identifizierung der Komponente beinhalten:

- Verfahrensbereich

- Name der Komponente
- Name der Unterverteilung
- Nummer des Schaltschrankfeldes
- Nummer der Schemaseite (Elektroschema)

Die elektrischen Installationen im Zwischengebäude werden weitestgehend erneuert. Im Bereich der neuen Schlamm entwässerung und der Flockmittelstation werden die Installationen komplett ersetzt.

Für die Fremdschlamm-Annahmestelle und die zweite Dickschlammpumpe werden die elektrischen Installationen komplett neu erstellt.

Wo machbar, werden die Kabel und Pneumatik Installationen weiter verwendet. Die Suva-Sicherheitsschalter werden nicht ersetzt.

#### **6.1.2.2 Elektrische Installationen Filtration**

Für die vom Ersatz betroffenen Komponenten sind die Kosten für den Ersatz der Elektroinstallationen im KV eingerechnet.

Da in zehn Jahren eventuell gewisse Komponenten im Bereich der Prozesssteuerung nicht mehr Stand der Technik sind und ersetzt werden müssen, sind die Kosten für den Ersatz der Bus-Verkabelungen eingerechnet (Ersatz Profibus durch Profinet).

#### **6.1.2.3 Pneumatische Installationen Schlammbehandlung und MV-Stufe**

Für die Ansteuerung der pneumatischen Schieber mit Druckluft und die Aufschaltung der Stellungsrückmeldungen der Schieber sind Pilotventilkasten (PVK) vorgesehen.

Die PVK werden dezentral, in der Nähe der Schieber angeordnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden maximal 16 Schieber auf einen PVK aufgeschaltet.

Die Verrohrung der Pneumatik-Schieber erfolgt mit Kunststoffschläuchen. Diese Schläuche werden so weit wie möglich auf Kabeltragsysteme verlegt.

#### **6.1.2.4 Pneumatische Installationen Filtration**

Im KV sind die Kosten für das Abhängen und Anschliessen der bestehenden pneumatischen Installationen eingerechnet.

Ein Ersatz der PLN-Druckluftschläuche ist nicht vorgesehen.

#### **6.1.2.5 Installationselemente**

Die Kabel (Installationssysteme) werden in Kabeltragsystemen ortstrennt verlegt (Leitungskabel sowie Signal- und Steuerkabel).

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

Je nach Raumkategorie respektive Umgebungsbedingungen sind der Situation angepasste Materialien vorgesehen.

- Im Aussenbereich und in der Umgebung des Abwasser- respektive Schlammbeereiches kommen nichtrostende Stahlmaterialien (V2A/V4A) zur Anwendung.



- In trockenen Innenräumen können Aluminium oder beschichteter Stahl eingesetzt werden.
- Die Installationen werden „benutzerfreundlich“ ausgeführt damit sie Wartungsarbeiten an Maschinen und Anlagen nicht behindern.
- Die Installationen werden gegen mechanische Schäden (Betrieb und Wartung) geschützt.

#### **6.1.2.6 Erdung und Potenzialausgleich**

Als Massnahme für den Personenschutz werden die metallischen Teile wie Geländer und Maschinen gemäss NIN mit dem Erdungssystem verbunden.

In den neuen Gebäuden im Bereich der MV-Stufe ist für die Erdung ein eingelegter Fundamentanker vorgesehen. Die Erdung in den bestehenden Bauten erfolgt durch Anschluss an die Gebäudearmierung.

#### **6.1.2.7 Blitzschutz**

Die Blitzschutzanlage wird gemäss den behördlichen Vorschriften erweitert.

##### Äusserer Blitzschutz

Der äussere Blitzschutz ist bestehend und ist nicht Projektbestandteil.

##### Innerer Blitzschutz

Die Norm NIN 2015 beschreibt, dass fremde leitfähige Teile, die ihren Ursprung ausserhalb des Gebäudes haben, so nahe wie möglich an ihrer Eintrittsstelle miteinander verbunden werden. In jedem Gebäude müssen der Erdungsleiter und folgende leitfähige Teile über die Haupterdungsschiene zum Schutz-Potenzialausgleich verbunden werden:

- Metallene Rohrleitungen von Versorgungssystemen, die in Gebäude eingeführt sind, z.B. Gas, Wasser
- Fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion, sofern im üblichen Gebrauchszustand berührbar
- Metallene Zentralheizungs- und Klimasysteme
- Metallene Verstärkungen von Gebäudekonstruktionen aus bewehrtem Beton (Bewehrungsstähle), soweit dies möglich und sicherheitsrelevant ist
- Blitzschutzsystem (LPS) gemäss SEV 4022

##### Überspannungsableiter

In der Hauptverteilung ist ein Überspannungsableiter Typ 1 (Blitzableiter, Grobschutz) eingebaut. In den Unterverteilungen sind Überspannungsableiter Typ 2 (Mittelschutz) verbaut. Für Messgeräte im Aussenbereich werden Überspannungsableiter vom Typ 3 (Feinschutz) eingesetzt.

#### **6.1.2.8 Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen Faulung**

Die Installationen werden gemäss den bestehenden Ex-Zonenplänen ausgeführt. Für Anlagenteile in den Ex-Zonen werden zusätzliche Potenzialausgleiche erstellt.

#### **6.1.2.9 Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen MV-Stufe**

Die Zoneneinteilung in explosionsgefährdete Bereiche (Ex-Zonen 0 bis 2) wird in Zusammenarbeit mit den Fachplanern, der Suva, den zuständigen kantonalen Behörden

(Brand- und Arbeitsschutz) und dem Anlagenbesitzer erarbeitet (PAK).

Für Anlagenteile in den Ex-Zonen werden zusätzliche Potenzialausgleiche erstellt.

### **6.1.3 Schaltanlagen**

Für die Schaltanlagen gilt ein separates Pflichtenheft.

#### **6.1.3.1 Allgemeines Schlammbehandlung und MV-Stufe**

Die Schaltanlagen werden modular aufgebaut. Das heisst, dass die einzelnen Schaltanlagenfelder eine Funktionseinheit bilden. Das bestehende System wird erweitert.

Für die Funktion eines Feldes (Modul) benötigt es lediglich eine Einspeisung Kraft (400VAC), eine Einspeisung Steuerspannung (230VAC) und eine Busanbindung für dezentrale Ein-/Ausgänge der Steuerung. Die Steuerspannung 24VDC wird in jedem Feld mit einem Netzteil separat aufbereitet.

Der modulare Aufbau der Felder bietet folgende Vorteile:

- In Umbauphasen können einzelne Schrankfelder an provisorischen Örtlichkeiten betrieben werden
- Für die Provisorien besteht die volle Funktionalität von Steuerung und Leittechnik.
- In den Feldern „herrschen“ klare und übersichtliche Strukturen für die Kraft, die Steuerspannungen sowie die Ein-/Ausgänge der Steuerung.
- Diese klaren Strukturen machen die Anlage einfacher wartbar und somit auch sicherer im Unterhalt.
- Die Modularität bietet Vorteile für spätere Umbauten oder Erweiterungen  
Die Verteilungen in den NSV-Räumen werden mit Klappdeckeln ausgeführt. Damit ist eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet und es ist keine Zwangslüftung erforderlich.

Die bestehenden Felder werden weiterverwendet. Die neuen Apparateroste werden vor Ort in die Felder eingebaut.

Die Schaltschrankfelder in den NSV-Räumen werden vorne offen sein. Damit ist eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet und es ist keine Zwangslüftung je Feld erforderlich.

Die Räume sind nur für instruiertes Personal zugänglich. Abdeckungen werden nur wo nötig verbaut.

#### **6.1.3.2 Allgemeines Filtration**

Die Schaltanlagen sind modular aufgebaut. Das heisst, dass die einzelnen Schaltanlagenfelder eine Funktionseinheit bilden.

Die Modularität bietet Vorteile für spätere Umbauten oder Erweiterungen.

Im KV sind die Kosten für die Anpassungen der Schaltschrankfelder eingerechnet:

- Umbau Felder Verfahrenstechnik
- Umbau Felder Messtechnik

- Ersatz dezentrale Intelligenz der Steuerung
- Umbau SPS-Feld

#### **6.1.3.3 Motorschutz / Schütze**

Die Motorabgänge werden mit konventionellen Motorschutzschaltern und Sicherheitsschützen aufgebaut. Somit wird sichergestellt, dass auch in zehn Jahren ein problemloser Austausch von Motorschutzschalter und Schütz (unabhängig von Lieferanten) möglich sein wird.

#### **6.1.3.4 Steuerspannungsaufbereitung**

Die Aufbereitung der Steuerspannung 230 VAC (Trenntransformator) für die einzelnen Schaltschrankfelder (Module) ist pro Unterverteilung zentral vorhanden.

Die zusätzlichen Felder werden ab dem Feld mit der Steuerspannungsaufbereitung gespiesen.

Die Aufbereitung der Steuerspannung 24 VDC (Netzteil) erfolgt dezentral pro Feld.

#### **6.1.3.5 Frequenzumrichter**

Die Frequenzumrichter werden vor Ort bei den Aggregaten montiert. Das bestehende Konzept wird fortgesetzt.

Die Inbetriebnahme der Frequenzumrichter muss durch einen geschulten Techniker durchgeführt werden. Nur so ist sichergestellt, dass die Antriebe energetisch optimal und störungsfrei funktionieren werden. Auch ist so die Dokumentation der Parametrierung mit der entsprechenden Software gewährleistet.

#### **6.1.3.6 Niederspannungshauptverteilung / Niederspannungsverteilungen (NSHV / NSV)**

Die Niederspannungshauptverteilungen in den jeweiligen NSV sind bestehend und nicht Projektbestandteil.

Pro Unterverteilung ist eine Niederspannungsverteilung verbaut. Ab dieser werden die einzelnen Schaltschrankfelder gespiesen. Die Niederspannungsverteilungen wurden oder werden mit dem laufenden Projekt „Ersatz NSV“ erneuert. Wo nötig, können Abgänge nachgerüstet werden. Reserveplatz ist genügend vorhanden.

#### **6.1.3.7 Pilotventilkästen (PVK) Schlammbehandlung und MV-Stufe**

In den Pilotventilkästen sind die Vorsteuerventile (Schnittstellen elektrisch-pneumatisch) für die pneumatischen Schieber eingebaut. Weiter sind auch die Stellungsrückmeldungen „offen“ und „geschlossen“ der einzelnen Schieber in den PVK aufgeschaltet.

Die pneumatischen Schieber werden mittels Profibus-DP-Schnittstelle von der SPS aus angesteuert.

Die Steuerspannung (230 VAC) wird von der jeweiligen Unterverteilung auf die PVK geführt. Die erforderliche Kleinspannung von 24V DC wird mit einem Netzteil in jedem PVK autonom erzeugt.

Wie einleitend erwähnt sind die PVK der UV Gas (GNV) im Jahr 2016 erneuert worden. Die PVK können weiterverwendet werden. Wo nötig, werden diese vor Ort angepasst.

Die PVK der UV Schlamm (SNV) werden dieses Jahr mit dem Projekt „Ersatz NSV“ erneuert. Es werden PVK mit genügend Reserveventilen gebaut und verbaut.

#### **6.1.3.8 Pilotventilkästen (PVK) Filtration**

Die Pilotventilkästen müssen nicht ersetzt werden und können bei Bedarf vor Ort angepasst werden.

Im KV sind die Kosten dafür eingerechnet.

### **6.1.4 Messtechnische Ausrüstung**

Für die Messtechnik gilt ein separates Pflichtenheft.

#### **6.1.4.1 Allgemeines Schlammbehandlung**

Die Auswahl der optimalen Messsysteme erfordert viel Erfahrung und eine gute Anlagenkenntnis. Daher muss bei der Auswahl der verschiedenen Systeme im Bedarfsfall ein Fachmann beigezogen werden

Die Systeme sollten von der Materialwahl den Medien angepasst, gut zugänglich montiert und unterhaltsfreundlich ausgelegt werden.

Ein Teil der Messtechnik wurde mit dem Projekt „Ersatz NSV in den Jahren 2016 und 2018 ersetzt. Diese Messungen bleiben bestehen und sind nicht Projektbestandteil.

Die nicht mit dem oben erwähnten Projekt ersetzten Messungen werden mit dem vorliegenden Projekt ersetzt.

#### **6.1.4.2 Allgemeines MV-Stufe**

Die gesamte Messtechnik für das vorliegende Projekt wird bauseitig geliefert.

Für die Messtechnik sind keine Kosten im Kostenvoranschlag eigerechnet.

Die Messtechnik der Filtration ist ersetzt und muss nicht erneuert werden.

#### **6.1.4.3 Allgemeines Filtration**

Die gesamte Messtechnik soll ersetzt werden.

Im Kostenvoranschlag sind die Kosten für den gesamten Ersatz der Messtechnik eingerechnet.

#### **6.1.4.4 Messsysteme**

Die Messsignale müssen für die Steuerung in Form eines normierten Stromsignals (4-20 mA) zur Verfügung stehen.

Insbesondere muss der störungsfreien Signalübertragung vom Sensor zum Messumformer grösste Beachtung geschenkt werden. Dies wird durch den Einsatz von abgeschirmten Kabeln und Sensoren in 2-Leitertechnik sichergestellt.

Die Messumformer liefern ein Analogsignal (abhängig von der Messgrösse in der entsprechenden Einheit wie z.B. l/s, m, °C) zur Prozesssteuerung.

Falls von diesen Analogsignalen Grenzwerte oder Schaltpunkte benötigt werden, sind diese durch Parameter der Prozesssteuerung und nicht in den Messumformern zu erzeugen.

Die digitalen Meldungen vom Messumformer zur Steuerung, wie z.B. Statussignal oder Mengenimpulse, müssen über potentialfreie Kontakte übertragen werden.

### **6.1.5 Prozesssteuerungen und Leitsystem**

Für die Prozesssteuerung und das Leitsystem gilt ein separates Pflichtenheft.

#### **6.1.5.1 Allgemeines Schlammbehandlung**

Das heute in Betrieb stehende Automationssystem der Chestonag Automation AG wird durch das vorliegende Projekt erweitert. Die Schnittstellen zu den bestehenbleibenden Anlagenteilen werden geringfügig angepasst.

#### **6.1.5.2 Allgemeines MV-Stufe**

Das heute in Betrieb stehende Automationssystem der Chestonag Automation AG wird durch das vorliegende Projekt massiv erweitert. Die Schnittstellen zu den bestehenbleibenden Anlagenteilen werden geringfügig angepasst.

#### **6.1.5.3 Allgemeines Filtration**

Einige der verbauten Komponenten im Bereich der Prozesssteuerung werden in zehn Jahren wohl nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen oder haben ihr Lebensende erreicht.

Für die vom Ersatz betroffenen Komponenten sind die Kosten für die Programmanpassungen Steuerung und Leitsystem im KV eingerechnet.

- Ersatz CPU
- Ersatz dezentrale Intelligenz (von Profibus DP auf Profinet)
- Netzwerkkomponenten Profinet
- Anpassungsarbeiten Programmierung Steuerung
- Anpassungsarbeiten Programmierung Leitsystem
- Provisorien für Umbau
- Rückbau bestehende Steuerung (Alarmierung, Kommunikation)
- Inbetriebnahme

#### **6.1.5.4 Bestehende Anlageteile Schlammbehandlung**

Die bestehenden Anlageteile müssen aufgrund des vorliegenden Projektes angepasst werden.

Sämtliche Programme im Bereich der Schlammbehandlung und Schlammentwässerung müssen überarbeitet und die PLS-Bilder angepasst werden.

#### **6.1.5.5 Bestehende Anlageteile MV-Stufe**

Die bestehenden Anlageteile der Filtration müssen teilweise aufgrund des vorliegenden Projektes angepasst werden.

#### **6.1.5.6 Neue Anlageteile**

Da wie unter 6.1.5.1 erwähnt das Automationssystem der Chestonag Automation AG erweitert wird und somit dem Betrieb bekannt ist, wird auf weitere Ausführungen verzichtet.

#### **6.1.5.7 Alarmierungssystem technische Alarmer**

Das bestehende Alarmierungssystem der Chestonag Automation AG wird beibehalten.

#### **6.1.5.8 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)**

Im Bereich des Automatisierungssystems, der Kommunikation und der Sicherheit ist eine zentrale USV im Einsatz. Der USV-Betrieb von verfahrens- oder gebäudetechnischen Verbrauchern ist nicht vorgesehen.

Ein Ersatz der USV oder eine Erweiterung der gestützten Komponenten ist nicht Projektbestandteil.

### **6.1.6 Infrastruktur / Gebäudetechnik**

#### **6.1.6.1 Elektrische Installationen**

Die gesamten Installationen der Gebäudetechnik für den Zwischenbau werden ersetzt.

Die elektrischen Installationen für die Gebäudeinfrastruktur verlaufen, so weit als möglich, auf denselben Kabeltragsystemen wie die verfahrenstechnischen Installationen und entsprechen denselben Qualitätsanforderungen.

#### **6.1.6.2 Beleuchtung allgemein**

Die Beleuchtung wird mit LED-Leuchten ausgeführt. Sämtliche Räume werden mit einer Grundbeleuchtung ausgestattet. In Räumen mit erhöhten Anforderungen an die „Sehaufgabe“ wird die Beleuchtungsstärke partiell verstärkt.

In technischen Räumen kommen ausschliesslich geschlossene Leuchten aus Kunststoff, spritzwassersicher und korrosionsbeständig zur Anwendung.

#### **6.1.6.3 Aussenbeleuchtung**

Die Aussenbeleuchtung wird mit LED-Strahler realisiert. Diese haben Vorteile in der Lebensdauer und sind energieeffizienter als Metaldampflampen.

#### **6.1.6.4 Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung Schlammbehandlung**

Die bestehende Notbeleuchtung entspricht dem Stand der Technik und ist nicht Bestandteil des Projektes.

#### **6.1.6.5 Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung MV-Stufe**

Den Vorschriften entsprechend wird eine Notbeleuchtung realisiert. Es werden folgende Kategorien unterschieden:

- Sicherheitsbeleuchtung für Flucht- und Rettungswege
- Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung
- Elektrische Betriebsräume

Um diesen Vorschriften gerecht zu werden, sind Einzel-Akkuleuchten vorgesehen. So kann auf eine aufwendige und teure Installation mit Funktionserhalt verzichtet werden.

#### **6.1.6.6 Steckdosenverteiler (Freizügige Verbraucher) Schlammbehandlung**

Für die Stromversorgung auf dem gesamten ARA-Areal sind Steckdosenverteiler installiert. Diese sind so bestückt, dass sie den Anforderungen am Verwendungsort gerecht werden.

Die Steckdosenverteiler sind alle bestehend und ein Ersatz ist nicht vorgesehen.

#### **6.1.6.7 Steckdosenverteiler (Freizügige Verbraucher) MV-Stufe**

Für die Stromversorgung sind für das Projekt der MV-Stufe wo nötig Steckdosenverteiler vorgesehen. Diese sind so bestückt, dass sie den Anforderungen am Verwendungsort gerecht werden. Je nach Bedarf enthalten die Verteiler Steckdosen für 230 V und 400 V in verschiedenen Stromstärken.

### **6.1.7 Kommunikation**

Die Verkabelung der Netzwerkkomponenten wurde oder wird im laufenden Projekt „Ersatz NSV“ ersetzt und ist nicht Bestandteil des Projektes.

### **6.1.8 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

Anlagen zur Abwasserreinigung müssen hohen Anforderungen genügen, um zuverlässig ihre Dienstleistung zu erbringen und um die Gefährdung von Mensch und Umwelt durch unzulässige Belastung zu vermeiden. Insbesondere muss dafür gesorgt werden, dass die Verfügbarkeit der Anlage 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche gewährleistet ist.

Zahlreiche drehzahlgezielte Antriebe für Pumpen und Gebläse erzeugen einen Stromüberschwingungsanteil im Versorgungsnetz, der zu elektrischer und thermischer Überlastung sowie zu Ausfällen empfindlicher Geräte führen kann.

Um den erhöhten Anforderungen im Bereich der Elektroinstallationen gerecht zu werden, werden für die Erschliessungsleitungen induktionsfreie und strahlungsarme TN-S Installationskabel eingesetzt.

## 7 KOSTEN

In den unten stehenden Tabellen sind die Investitionskosten für den Ausbau der Schlammbehandlung und der MV-Stufe der ARA Ergolz 1 dargestellt. Die Investitionskosten für die Schlammfäulung beinhalten auch die Kosten für die Optimierung des Scheibeneindickers (Kapitel 3.1).

Der Ausbau der Schlamm- und Abluftbehandlung kostet insgesamt 4.26 Mio. CHF (exkl. MWSt.), der Bau der MV-Stufe kostet etwa 2.09 Mio. CHF (exkl. MWSt.) (davon sind nach heutigem Wissenstand ca. 1.91 Mio. CHF subventionsberechtigt) und für die Sanierung der Filtration, die erst in ca. 10 Jahren erfolgen wird, sind etwa 1.54 Mio. CHF (exkl. MWSt.) vorgesehen.

**Tabelle 4: Investitionskosten für den Ausbau der Schlammbehandlung und der Abluftbehandlung der ARA Ergolz 1 (exkl. MWSt.)**

<b>ARA Ergolz 1: Schlammbehandlung und Abluft</b>		<b>Kostenvoranschlag (exkl. MWSt.)</b>				
Beschreibung		Schlammfäulung und -Stapel CHF	Fremdschlamm- Annahme CHF	Schlamm- entwässerung CHF	Abluft- behandlung CHF	TOTAL CHF
<b>Bau</b>		697'000	13'000	5'000	50'000	<b>765'000</b>
<b>Ausrüstungen</b>		1'244'000	110'000	274'000	144'000	<b>1'772'000</b>
<b>EMSR -Technik</b>		474'000	117'000	200'000	42'000	<b>833'000</b>
<b>UVG und Honorar</b>		640'000	64'000	127'000	54'000	<b>885'000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>CHF</b>	<b>3'055'000</b>	<b>304'000</b>	<b>606'000</b>	<b>290'000</b>	<b>4'255'000</b>

Genauigkeit +/- 10%

**Tabelle 5: Investitionskosten für den Neubau der MV-Stufe und die Sanierung der Filtration der ARA Ergolz 1 (exkl. MWSt.)**

<b>ARA Ergolz 1: MV-Stufe</b>		<b>Kostenschätzung (exkl. MWSt.)</b>		
Beschreibung		Ausbau MV-Stufe CHF	Sanierung Filter (in 10 Jahren) <sup>1)</sup> CHF	TOTAL CHF
<b>Bau</b>		250'000	65'000	<b>315'000</b>
<b>Ausrüstungen</b>		918'000	280'000	<b>1'198'000</b>
<b>EMSR -Technik</b>		409'900	818'000	<b>1'227'900</b>
<b>UVG und Honorar</b>		509'000	375'000	<b>884'000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>CHF</b>	<b>2'086'900</b>	<b>1'538'000</b>	<b>3'624'900</b>

1) Die FNV wurde 2018 komplett erneuert, deswegen werden diese Kosten beim Kreditantrag nicht berücksichtigt.

Genauigkeit +/- 10%

Verglichen mit dem Bauprojekt 2013 sind die Kosten für den Ausbau der Fäulung (Schlammfäulung und Stapel) höher. Dies liegt einerseits an den zusätzlich berücksichtigten Massnahmen (z.B. Zyklone, Schadstoffsanierung, neues Rührwerk FT1, zweite Dickschlammpumpe...) und andererseits an der Teuerung. Genauer dazu kann im Anhang 4 gefunden werden. Die Grundlagen für die Kosten waren (wie schon im Bauprojekt 2013) Unternehmerrichtofferten für die wichtigsten Ausrüstungen, geltende Handwerker- und Baumeistertarife, Massenauszüge und Erfahrungswerte aus anderen ausgeführten Projekten. Die Genauigkeit liegt bei etwa +/- 10%. Für Unvorhergesehenes (UVG) wurde für die Schlammbehandlung 10% vorgesehen, für die MV-Stufe und die Sanierung Filtration jeweils 15%, weil der Detaillierungsgrad weniger tief war. Für die Abluftbehandlung wurde von KWP 14% angesetzt. Für das Honorar



## 8 TERMINABLAUF

Ein möglicher Terminablauf ist in Anhang 5 dargestellt. Darin sind die administrativen Vorläufe für Landratsvorlage/Kreditgenehmigung sowie die Baubewilligungsphase einbezogen. Die einzelnen Bauetappen wurden grob festgelegt, wobei die Bereiche Fremdschlammannahme und Ersatz Entwässerung noch zu definieren sind. Allfällige Umstellungen in der Reihenfolge der einzelnen Tätigkeiten sollten jedoch keinen massgebenden Einfluss auf den Endtermin haben.

Wenn im Sommer 2018 die Eingabe der Landratsvorlage erfolgt und der Kredit im Februar 2019 bewilligt wird, ergeben sich folgende Meilensteine:

### **Schlammbehandlung:**

Basierend auf dem Vorgehen bei der Sanierung des FT1 gehen wir davon aus, dass keine Baubewilligung benötigt wird.

Baubeginn Schlammbehandlung:	September 2019
Fertigstellung der Arbeiten:	Dezember 2020

### **MV-Stufe:**

Wenn mit der Planung und Ausführung der MV-Stufe gleich im Anschluss zur Kreditbewilligung begonnen wird, ergeben sich folgende Meilensteile:

Zusicherung Abgeltung BAFU:	Oktober 2019
Erhalt Baubewilligung:	November 2019
Baubeginn MV-Stufe:	Januar 2020
Fertigstellung der Arbeiten:	September 2020

## 9 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND WEITERES VORGEHEN

Der vorliegende Bericht zeigt auf, welche Massnahmen zu ergreifen sind, um die Schlammbehandlungskapazität der ARA Ergolz 1 soweit zu erhöhen, dass die Faulung bis 2040 betrieben werden kann. Zudem wird aufgezeigt wie die Schlammwässerung und die Abluftbehandlung saniert und optimiert werden können und wie eine Fremdschlammannahme gebaut werden könnte. Daneben werden die Massnahmen für den Bau einer MV-Stufe (Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen) und für die Sanierung der bestehenden Filtration aufgezeigt.

Der Kostenvoranschlag für die ausgearbeiteten Massnahmen im Bereich Schlamm- und Abluftbehandlung weist eine Genauigkeit von +/- 10% auf und beläuft sich auf 4.26 Mio. CHF (exkl. MWSt).

Die Kostenschätzung für die Massnahmen zu Bau der MV-Stufe weist auch eine Genauigkeit von +/- 10% auf und beläuft sich auf 2.09 Mio. CHF (exkl. MWSt). Daneben ergeben sich für die Sanierung der bestehenden Filtration Kosten von 1.54 Mio. CHF (exkl. MWSt).

Da die Aggregate in der Filtration noch in einem guten Zustand sind, wird die Sanierung der Filtration erst zu einem späteren Zeitpunkt (etwa in 10 Jahren) in Angriff genommen. Für die restlichen Massnahmen wird im Sommer 2018 der Kredit beantragt. Unter der Voraussetzung, dass die Kredit- und die Baubewilligung vorliegen, kann damit gerechnet werden, dass im September 2019 mit dem Umbau der Schlammbehandlung und im Januar 2020 mit dem Ausbau der MV-Stufe begonnen werden kann. Die Fertigstellung der Arbeiten ist auf Jahresende 2020 geplant.

Liestal, 12. November 2018

Cristina Fritzsche, Holinger AG

Reto Künzli, EMSR Plan AG

Eileen Kurz, Holinger AG

Leonard Rezig, Holinger AG

HOLINGER AG



Martin Anderson  
Projektleiter



Cristina Fritzsche  
Stv. Projektleiterin

## 10 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] DWA (2015) Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131. DWA Hennef (D).
- [2] Amt für Raumplanung (2015) Raumkonzept Basel-Landschaft – Grundlagenbericht. Amt für Raumplanung, Liestal.
- [3] Stöcklin, N. (2017) Verfahrenseignung der Ozonung zur Entfernung von Mikroverunreinigungen auf Abwasserreinigungsanlagen. Chemische Untersuchungen für drei Abwässer des AIB. Bericht Masterarbeit. Scholl of Life Sciences FHNW, MuttENZ.
- [4] Löwenberg et al. (2016) Elimination von Mikroverunreinigungen mittels PAK-Dosierung im Zulauf der Raumfiltration – Aktifilt. Abschlussbericht. Fachhochschule Nordwestschweiz, MuttENZ.
- [5] Krahnstöver et al. (2017) Versuchsreihen „PAK-Flockung und –Filtration“. Zwischenbericht. Fachhochschule Nordwestschweiz, MuttENZ.

# Anhang 1

Abluftkonzept: Bericht KWP Energieplan AG

# ARA Ergolz 1

Objekt	ARA Ergolz 1 Wuhrweg 54 4450 Sissach	Ingenieur	KWP Energieplan AG Planungsbüro Wärme- und Klimatechnik Postfach 913 6281 Hochdorf
Bauherr	Amt für Industrielle Betriebe Freulerstrasse 1 4127 Birsfelden		



Turbistrasse 14  
Postfach 913  
6281 Hochdorf  
Telefon 041 914 11 30  
Telefax 041 910 42 89  
[kwp@3-fach.ch](mailto:kwp@3-fach.ch)

Sachbearbeiter

Roger Christen

Datum

27. November 2017

## ABLUFTKONZEPT Abluftbehandlung



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Abluftvolumenströme .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Abluftbehandlung im bestehendem Bauwerk .....</b>	<b>3</b>
3.1	Variante 1: Biofilter und Luftwäscher .....	3
3.2	Variante 2: Biofilter und Luftbefeuchtung mit Belebungsbecken .....	4
3.3	Variante 3: komplette Biofilterkammer .....	5
<b>4</b>	<b>Abluftbehandlung mit neuem Biofilter Container .....</b>	<b>7</b>
4.1	Variante 1a und 2a mit Biofiltercontainer .....	7
<b>5</b>	<b>Investitionskosten .....</b>	<b>8</b>
5.1	Investitionskostenschätzung Variante Biofilter .....	8
<b>6</b>	<b>Betriebskosten .....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Jahreskosten .....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Schlussempfehlungen .....</b>	<b>12</b>

## 1 Ausgangslage

Auf der ARA Ergolz 1 ist die bestehende Abluftbehandlungsanlage seit Jahren ausser Betrieb. Mit der Sanierung der Biologie soll auch die bestehende Abluftbehandlung wieder instand gestellt werden.

In diesem Konzept werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten der Wiederinstandstellung der Abluftbehandlung ausgearbeitet. Im Bericht werden die Varianten der Abluftbehandlung mit und ohne Luftwäscher auf den bestehenden Flächenbiofilter sowie die Behandlung der Abluft mit einem neuen Biofiltercontainer untersucht. Bei allen Varianten ist auch die Entsorgung der bestehenden Biofilterfüllung eingerechnet.

## 2 Abluftvolumenströme

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Nennauslegung der bestehenden Abluftanlage. Die eingetragenen Luftmengen sind Abschätzungen aus alten Unterlagen, bestehenden Ventilatoren Kennlinien sowie der Messung der Hauptluftmenge des Abluftventilators BAB.KL.01 im Gebläuseraum. Gemäss Rücksprache mit Martin Schneider wird mit der momentanen Abluftmenge der einzelnen Räume ein genügend gutes Raumklima erreicht. Für das Bauprojekt müssen die Luftmengen der Abgänge noch einmal einzeln ausgemessen werden.

Raum	Abluftmenge [m <sup>3</sup> /h]
Abluft Grob-/ Feinrechen	2'000
Muldenraum	800
Eindicker	100
Frischschlammschacht	50
Stapelbecken	200
Scheibeneindicker	250
<b>Total Luftmenge</b>	<b>3'400</b>

*Tabelle 1 bestehende Luftmengen*

Die Luftmengenmessung der Hauptluftmenge ergab eine Luftmenge von ca. 3'050 m<sup>3</sup>/h. Da die Messstelle direkt nach einem Bogen platziert ist, ist mit einer grösseren Ungenauigkeit zu rechnen. Aus diesem Grund wurde die resultierende Luftgeschwindigkeit von 4.3 m/s mit der Rohrdimension verglichen. Ein Abluftrohr mit 0.5 m Durchmesser wird normal mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. 4.5 bis 5 m/s belastet. Somit ergibt sich eine Luftmenge von ca. 3400 m<sup>3</sup>/h.

Zusätzliche zu der bestehenden Luftmenge von 3'400 m<sup>3</sup>/h wird neu auch der Muldenraum der Schlammbehandlung mit einer Abluftmenge von 700 m<sup>3</sup>/h angeschlossen. Dies ergibt eine neue Luftmenge von 4'100 m<sup>3</sup>/h welche mit der neuen Abluftbehandlung gereinigt werden muss. Alle folgenden Berechnungen basieren auf dieser Luftmenge.

## 3 Abluftbehandlung im bestehendem Bauwerk

In den nachfolgenden drei Kapiteln werden drei Varianten beschrieben, bei welchen die Abluftbehandlung mit kleinen Anpassungen in die bestehende Gebäudeinfrastruktur integriert wird. Die Investitions- und Betriebskosten der einzelnen Varianten werden im Kapitel 5 und 6 beschrieben

### 3.1 Variante 1: Biofilter und Luftwäscher

Bei der ersten Variante wird mit dem Abluftventilator BAB.KL.01 die Abluft über eine Kunststoffrohrleitung durch einen Luftwäscher auf den Biofilter geführt. Dies hat den Vorteil, dass nur die effektiv geruchlich belastete Abluft von 4'100 m<sup>3</sup>/h mit dem Biofilter behandelt werden muss. Durch die direkte Rohrverbindung über dem Belebungsbecken wird der Abluft keine feuchte Luft der Belebung zugeführt. Die relative Feuchte der Abluft ist zu gering, um diese direkt auf den Biofilter führen zu können. Damit der Biofilter nicht austrocknet ist bei dieser Variante ein zusätzlicher Luftwäscher zur Befeuchtung der Abluft notwendig.

Zur Behandlung der 4'100 m<sup>3</sup>/h Abluft ist ein Biofilter mit einer Fläche von 42 m<sup>2</sup> / und einem Volumen von 60m<sup>3</sup> notwendig. Zur Abluftbehandlung braucht es nur einen Teil der beiden bestehenden Biofilter. Weiter müssen in diesem Biofilter Wände unter dem Spaltboden aufgemauert werden, damit nur noch drei Segmente des Spaltbodens angeströmt werden. Über dem Spaltboden muss mit einer neuen Trennwand die Biofilterfläche begrenzt werden. Nachfolgend ist das Schema der Variante 1 (Biofilter und Luftwäscher) dargestellt.





Luftleitung vor dem Ventilator auf den Biofilter wird auf einen konstanten Unterdruck von einigen Pascal geregelt. Mit der Regelung auf einen konstanten Unterdruck wird gewährleistet, dass die komplette Abluft inklusive Belüftungsluft abgesaugt, aber nicht unnötig Aussenluft auf den Biofilter geführt wird. Mit dem Druckfühler wird so dem steigenden Druckverlust des Biofilters, wie auch dem variablen Lufteintrag ins Biologiebecken Rechnung getragen.

Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass die Abluft mit der feuchten Belüftungsluft vermischt wird. Diese zusätzliche Feuchtigkeit ist ausreichend, sodass kein zusätzlicher Luftwäscher eingebaut werden muss. Da jedoch die Luftmenge auf den Biofilter um die Belüftungsluft von ca. 1'800 m<sup>3</sup>/h zunimmt, muss auch die Biofilterfläche, respektive das Volumen des Biofilters vergrößert werden, damit die Effizienz der Abluftbehandlung gleich bleibt.

Dies führt dazu, dass der Biofilter gegenüber der ersten Variante eine Fläche von 56 m<sup>2</sup> und ein Volumen von 80 m<sup>3</sup> für die Abluftbehandlung benötigt. Dies wird erreicht, indem anstelle von 3 Segmenten des Spaltbodens vier Segmente für den Biofilter verwendet werden. Die Aufwände für die Baumeisterarbeiten werden nur minimal grösser.

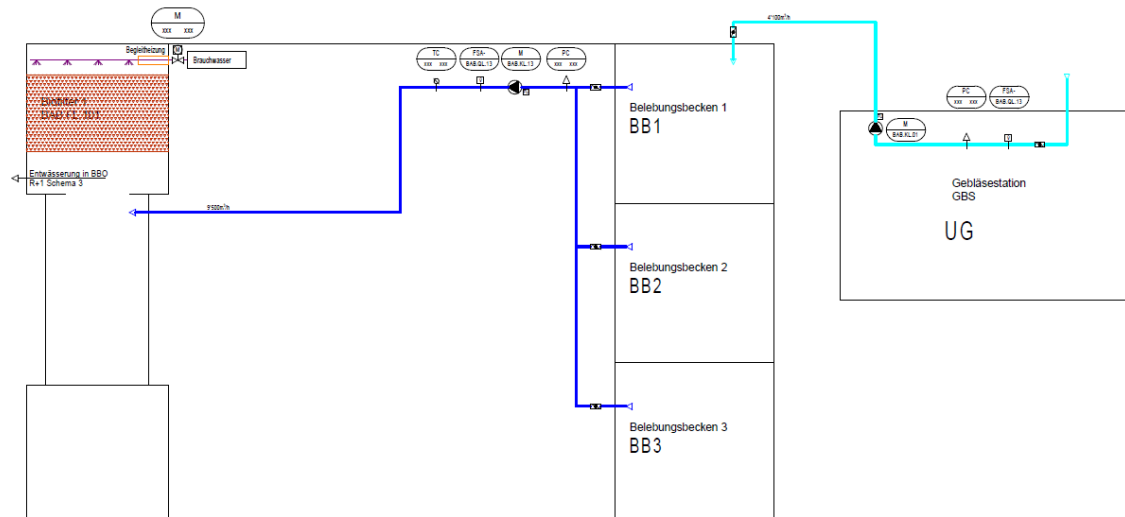


Abbildung 3 Schema Variante 2 (Biofilter ohne Luftwäscher)

Bei der Variante zwei müssen nur die beiden Abluftventilatoren durch neue Ventilatoren ersetzt und der nicht mehr verwendete Volumenstromregler demontiert und durch eine gerades Rohrleitungsstück ersetzt werden. Die nicht mehr verwendeten beiden Abluftventilatoren inklusive Rohrleitungen werden demontiert und die beiden überzähligen Anschlüsse auf die Druckkammer verschlossen.

### 3.3 Variante 3: komplette Biofilterkammer

Mit der dritten Variante wurde untersucht, welche Massnahmen ausgeführt werden müssen, wenn an dem bestehenden Druckboden und der bestehenden Biofilterkammer keine baulichen Anpassungsarbeiten ausgeführt werden sollen. Damit ein Biofilter optimal funktioniert, darf er weder zu gross noch zu klein dimensioniert werden. Wird nun eine komplette Biofilterkammer (Volumen 160 m<sup>3</sup>) zur Abluftbehandlung genutzt, muss eine minimale Luftmenge von 7'700 m<sup>3</sup>/h auf den Biofilter geführt werden.

Bei gleich bleibender Abluftmenge von 4'100 m<sup>3</sup>/h welche gereinigt werden muss, würde die minimale Luftmenge erreicht, wenn die Belüftungsluft aus allen drei Belebungsbecken auf die Abluftbehandlung geführt wird. Dies führt weder zu einer Verbesserung der Raumluftqualität in den gelüfteten Räumen noch zu einer Verbesserung der Abluftbehandlung. Die einzigen Vorteile bei dieser Variante liegen darin, dass an der bestehenden Gebäudeinfrastruktur keine Anpassungen ausgeführt werden müssten. Weiter könnte bei einem Ausbau der ARA zusätzliche Abluft ohne grössere Anpassungen auf den Biofilter geführt werden. Dies erscheint jedoch durch die höheren Investitions- und Betriebskosten als nicht sinnvoll. Auf diese wird dann im Kapitel 5 tiefer eingegangen. Nachfolgend ist die Abluftbehandlung der Variante 3 im Lüftungsschema dargestellt.

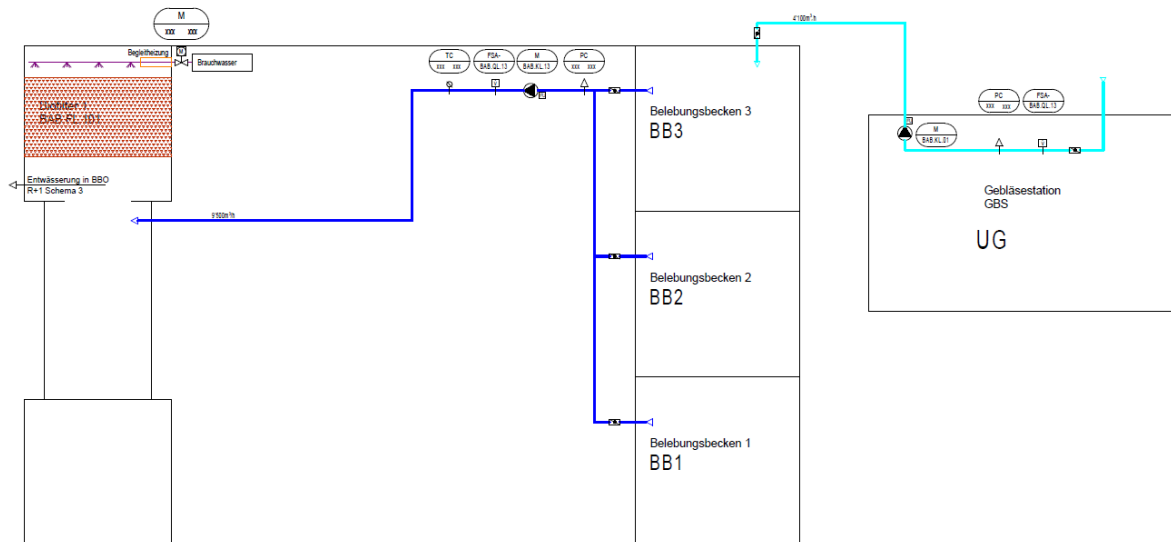


Abbildung 4 Schema Variante 3 (ganze Biofilterkammer ohne Luftwäscher)

In der Abbildung fünf sind die notwendigen Anpassungen für die Aktivierung des kompletten Biofilters ersichtlich. Bei dieser Variante muss die Abluft aus allen drei Belebungsbecken gefasst und auf einen zentralen Abluftventilator geführt werden. Der Abluftventilator im Gebläseraum wird ersetzt, der neue Ventilator wird jedoch am selben Standort wieder eingebaut. Die bestehende Abluftleitung auf die Druckkammer müsste komplett ersetzt und mit einem grösseren Durchmesser ausgeführt werden. Für die Lufteinführung in die Druckkammer muss die Abluftleitung auf zwei der drei bestehenden Abluftanschlüsse aufgeteilt werden. Bei dieser Variante müssen jedoch gegenüber den beiden vorgängigen Varianten keine Anpassungen am Gebäude ausgeführt werden.

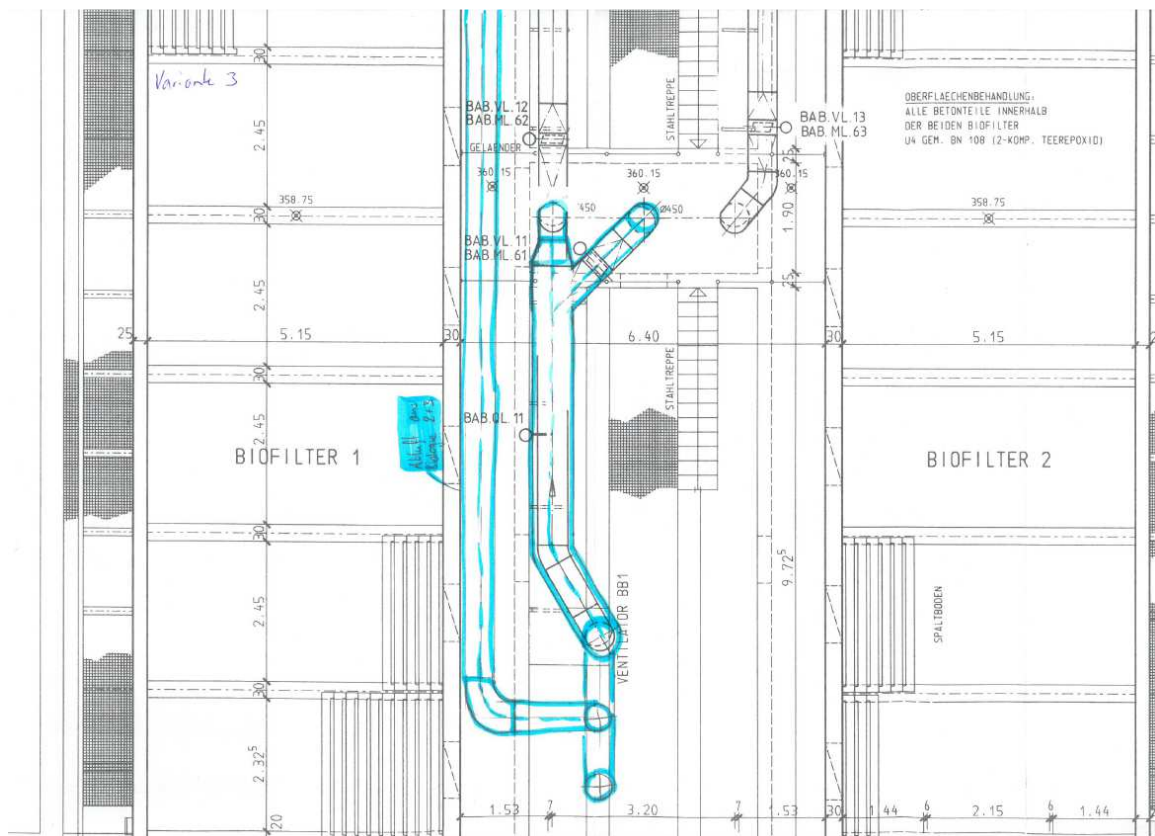


Abbildung 5 Anpassungen Rohrführung (ganze Biofilterkammer ohne Luftwäscher)



## 5 Investitionskosten

In diesem Kapitel sind die Investitionskosten für die drei Varianten inklusive den zwei Untervarianten dargestellt. Die Kostenschätzung basiert auf einer Genauigkeit von +/- 20%. Die Kosten für die elektrischen Arbeiten inklusive den Anpassungen auf dem Prozessleitsystem wurden durch Reto Künzli, EMSR Plan AG geschätzt.

### 5.1 Investitionskostenschätzung Variante Biofilter

In der Tabelle 2 sind die Investitionskosten der drei Varianten mit der Integration des Biofilters in die bestehende Gebäudeinfrastruktur dargestellt. Die Kosten des zusätzlichen Luftwäschers bei der Variante 1 sind grösser als die Minderkosten des kleineren Biofilters. Die Variante 3, bei welcher eine komplette Biofilterkammer ohne grosse bauliche Anpassungen genutzt wird, kostet ca. 50'000 Franken mehr als die Variante zwei. Investitionsmässig ist die Variante zwei mit 181'000 Franken die günstigste der drei Grundvarianten.

	Variante 1 Biofilter mit Luftwäscher [CHF]	Variante 2 Biofilter ohne Luftwäscher [CHF]	Variante 3 komplette Biofilterkammer [CHF]
Abluftbehandlung	66'000	58'000	96'000
Anpassungen Abluftleitungen	31'000	23'000	29'000
Anpassungen am Gebäude	13'000	12'000	1'000
Medienanschlüsse Biofilter	8'000	6'000	4'000
Elektrische Arbeiten und PLS	42'000	42'000	45'000
Honorare UVG und Nebenkosten	45'000	40'000	51'000
<b>Total Investitionskosten</b>	<b>205'000</b>	<b>181'000</b>	<b>226'000</b>

*Tabelle 2 Investitionskosten Biofilter in bestehendem Gebäude*

Wie bereits im Kapitel 4 beschrieben, wurden für die Varianten 1 und 2 auch der Einsatz eines kompletten Biofiltercontainers geprüft. Da für diese beiden Varianten nicht nur eine neue Filtermischung geliefert werden muss, ist alleine die Abluftbehandlung je nach Grösse des Containers um 30'000 bis 50'000 Franken teurer. Zu den grösseren Kosten der Abluftbehandlung kommen auch etwas höhere Kosten bei der Erschliessung des Containers mit der Abluftleitung und minim höhere Kosten für die Anpassungen am Gebäude. Die Kosten gegenüber den Varianten 1 + 2 sind bei der Variante 1a um ca. 50'000 bei der Variante 2a um 70'000 Franken höher.

	Variante 1a Biofiltercontainer mit Luftwäscher [CHF]	Variante 2a Biofiltercontainer ohne Luftwäscher [CHF]
Abluftbehandlung	99'000	110'000
Anpassungen Abluftleitungen	38'000	30'000
Anpassungen am Gebäude	8'000	8'000
Medienanschlüsse Biofilter	7'000	6'000
Elektrische Arbeiten und PLS	42'000	42'000
Honorare UVG und Nebenkosten	54'000	54'000
<b>Total Investitionskosten</b>	<b>248'000</b>	<b>250'000</b>

*Tabelle 3 Investitionskosten Biofilter in bestehendem Gebäude*

In der unten dargestellten Abbildung sind die Ergebnisse der Investitionskosten noch grafisch dargestellt. Die Variante zwei ohne den Einsatz eines Abluftwäschers schneidet beim Variantenvergleich am besten ab.

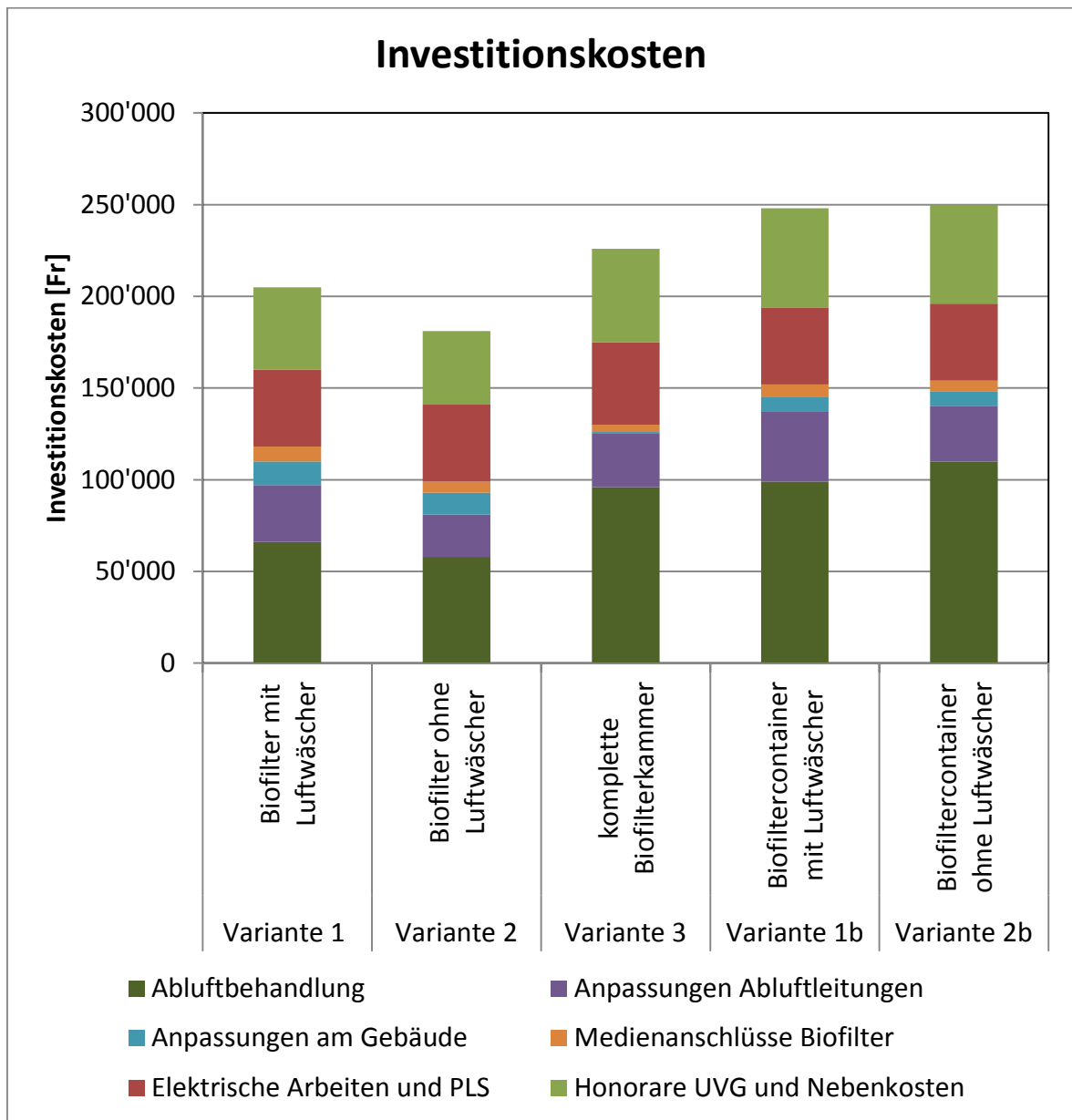


Abbildung 7 Investitionskosten

## 6 Betriebskosten

In der nachfolgenden Berechnung sind die Betriebskosten für alle Varianten aufgeführt. Für die Berechnung wurde ein Strompreis von 14 Rappen pro Kilowattstunde angenommen. Für die Umwälzung des Brauchwassers im Luftwäscher ist eine Leistungsaufnahme von 2.2 kW notwendig, dadurch sind die Stromkosten für die beiden Varianten mit dem Luftwäscher trotz des tieferen Luftvolumenstroms höher als bei den beiden Varianten ohne Luftwäscher. Durch die fast doppelt so hohe Luftmenge haben die beiden Abluftventilatoren bei der Variante 3 den höchsten Strombedarf. Für das Biofiltermaterial wurde von einer Standzeit von 8 Jahren ausgegangen. Dies führt, je nach Volumen des Biofiltermaterials, zu jährlichen Kosten von 2'500 bis 6'500 Franken im Jahr (in diesen Kosten ist die Entsorgung, die neue Biofiltermischung sowie alle Transport und Einbringkosten über 8 Jahre verteilt enthalten).

Ein unwesentlicher Teil der Betriebskosten machen die Brauchwasserkosten aus. Für das Brauchwasser wurde für die Gewinnung und Förderung 8 Rp./ m<sup>3</sup> Brauchwasser angenommen. Gegenüber den restlichen Kosten sind diese jedoch vernachlässigbar. Im Personalaufwand sind kleinere Reinigungsarbeiten enthalten. Diese sind bei den beiden Varianten mit Luftwäscher höher, da der Luftwäscher mindestens zweimal im Jahr komplett gereinigt und von Algenwachstum befreit werden sollte. Für kleinere Reparatur- und Unterhaltsarbeiten wurde bei allen Varianten jährlich 1% der installierten Investitionssumme der Abluftbehandlung eingesetzt. Wie schon bei den Investitionskosten schneidet die Variante 2 ohne Luftwäscher auch in den Betriebskosten mit den tiefsten jährlichen Kosten ab. Entgegen den Investitionskosten folgt auf die Variante 2 die Variante 2a mit dem Biofiltercontainer ohne Luftwäscher. Die beiden Varianten mit den Luftwäschern haben etwa die gleich hohen Betriebskosten. Da der Biofilter in der Variante 3 gegenüber den anderen Varianten mehr als doppelt so gross ist, sind die Kosten für den Ersatz des Biofiltermaterials etwa doppelt so teuer wie bei den anderen Varianten.

### Grundlagen für Berechnung:

Strompreis	14 Rp./kWh
Personalkosten	125 Fr. /h
Brauchwasserkosten	8 Rp./m <sup>3</sup>
Reparatur / Unterhalt	jährlich 1% der Investitionskosten der Abluftbehandlung

	Variante 1 Biofilter mit Luftwäscher  [CHF]	Variante 2 Biofilter ohne Luftwäscher  [CHF]	Variante 3 komplette Biofilterkam- mer  [CHF]	Variante 1a Biofiltercon- tainer mit Luftwäscher  [CHF]	Variante 2a Biofiltercon- tainer ohne Luftwäscher  [CHF]
Strom Pumpen/ Ventilatoren	5'139	4'280	6'880	5'139	4'280
Ersatz Filtermaterial	2'525	3'325	6'550	2'525	3'325
Brauchwasser Kosten	20	6	6	20	6
Personalaufwand	3'000	1'000	1'000	3'000	1'000
Reparatur/ Unterhalt	660	580	960	990	1'100
<b>Betriebskosten</b>	<b>11'344</b>	<b>9'192</b>	<b>15'397</b>	<b>11'674</b>	<b>9'712</b>

*Tabelle 6 Betriebskosten*

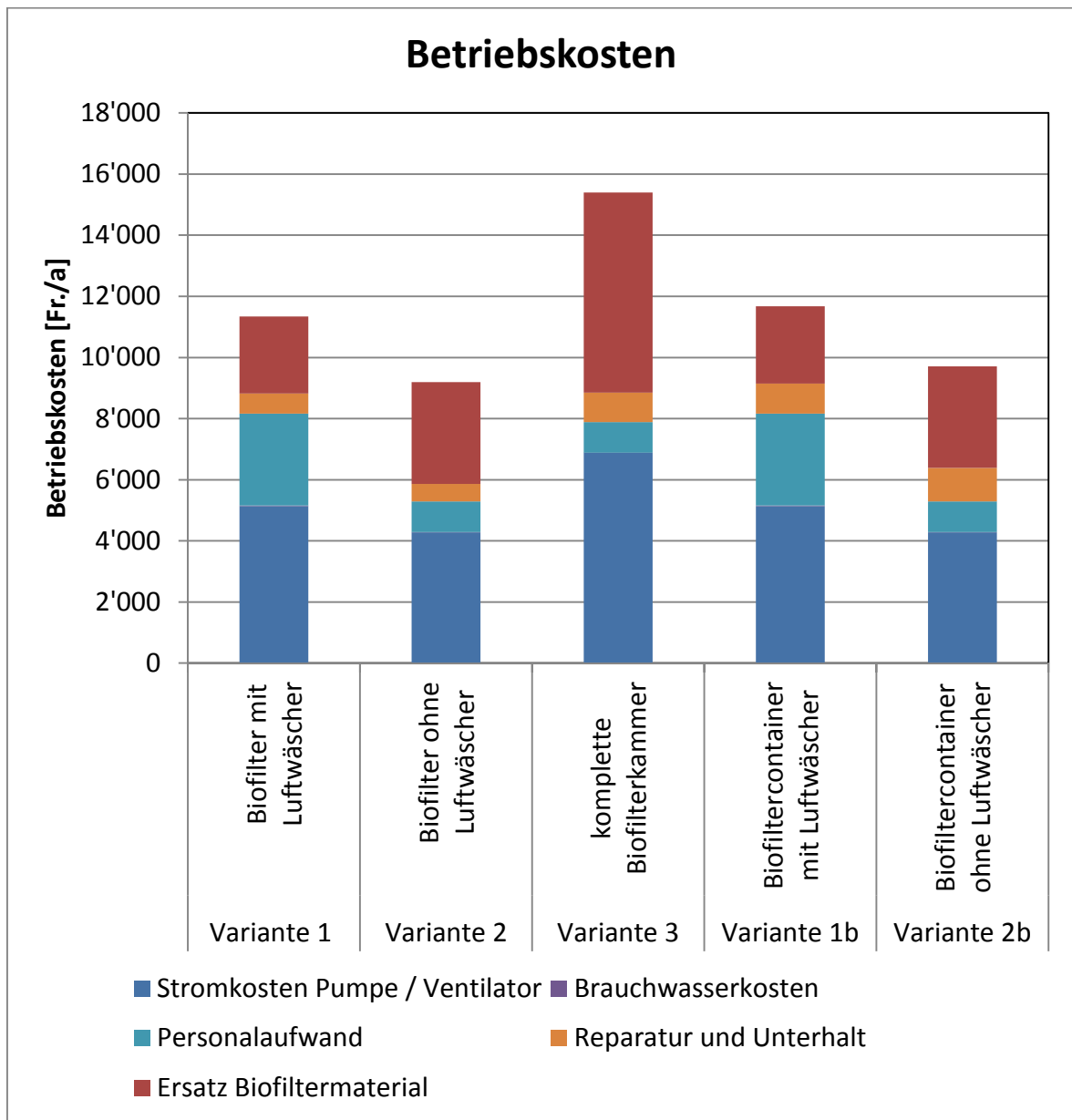


Abbildung 8 Betriebskosten

## 7 Jahreskosten

In der folgenden Tabelle sind die Jahreskosten der verschiedenen Varianten eingetragen. Diese setzen sich aus den Betriebskosten sowie den Kapitalkosten zusammen. Die Kapitalkosten basieren auf 2% Zinssatz und einer Amortisationszeit von 15 Jahren.

	Variante 1 Biofilter mit Luftwäscher [CHF]	Variante 2 Biofilter ohne Luftwäscher [CHF]	Variante 3 komplette Biofilterkam- mer [CHF]	Variante 1a Biofiltercon- tainer mit Luftwäscher [CHF]	Variante 2a Biofiltercon- tainer ohne Luftwäscher [CHF]
Betriebskosten	11'344	9'192	15'397	11'674	9'712
Kapitalkosten	15'954	14'086	17'589	19'301	19'456
<b>Jahreskosten</b>	<b>27'298</b>	<b>23'278</b>	<b>32'985</b>	<b>30'974</b>	<b>29'168</b>

Tabelle 7 Jahreskosten



Die Ergebnisse aus der Tabelle oben sind im folgenden Diagramm noch grafisch dargestellt. Durch die tiefen Betriebs- und Kapitalkosten schneidet die Variante 2 mit den Anpassungen an der bestehenden Biofilterkammer und ohne zusätzlichen Luftwäscher am besten ab. Durch die deutlich höheren Kapitalkosten sind die Jahreskosten der Variante 2a trotz den tiefen Betriebskosten einiges höher als bei der Variante 1 mit dem neuen Luftwäscher.

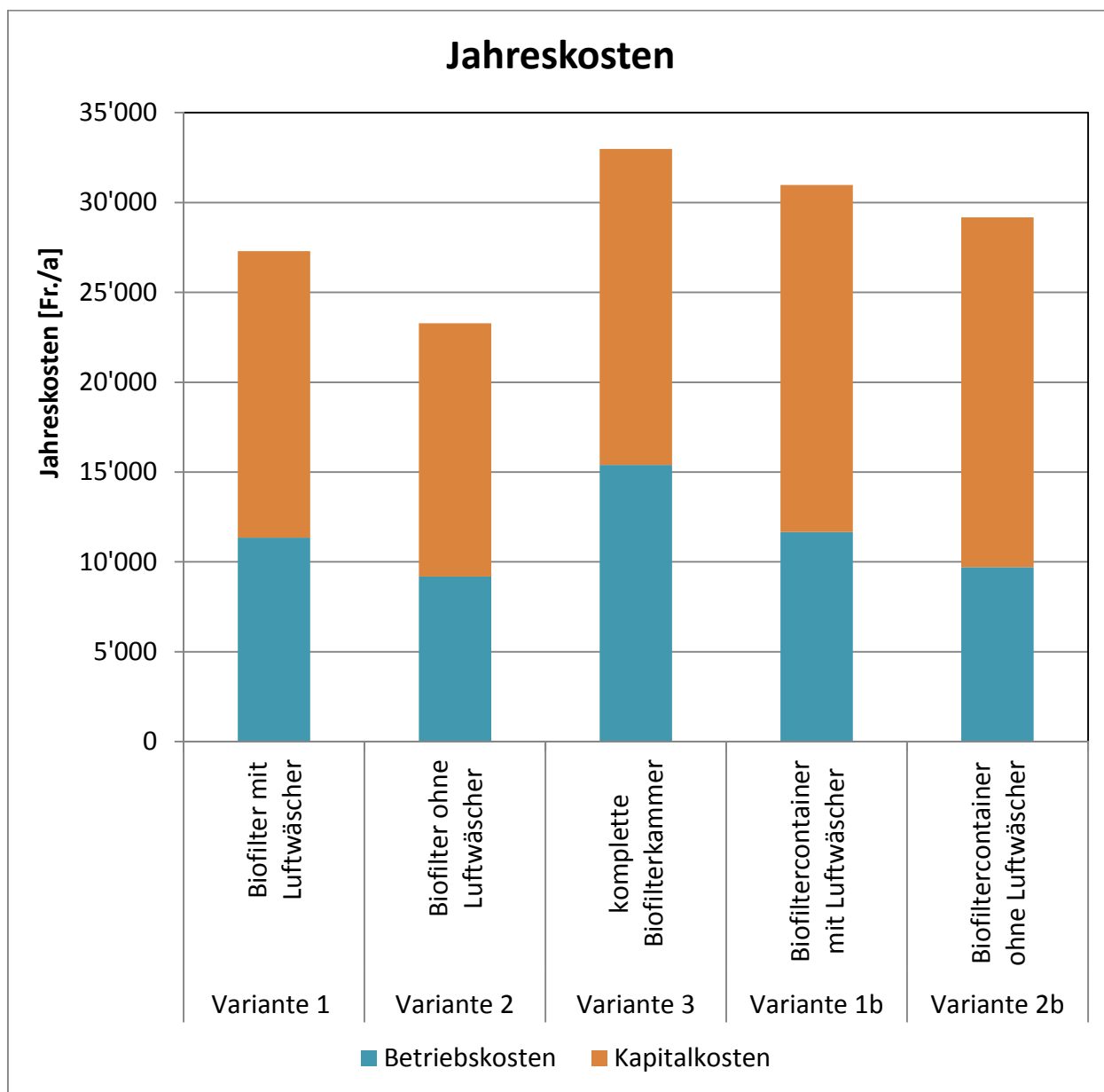


Abbildung 9 Jahreskosten

## 8 Schlussempfehlungen

Da keine spezielle Anforderung an die Reinigungsleistung des Biofilters besteht, sind die Mehraufwände für einen neuen Biofiltercontainer wirtschaftlich nicht sinnvoll. Da der Biofilter selbst nahezu wartungsfrei betrieben wird, hat ein Biofiltercontainer auch keine Vorteile betreffend Zugänglichkeit gegenüber dem bestehenden Flächenbiofilter.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Ausführung der Variante 2 ohne zusätzlichen Luftwäscher zu empfehlen. Bei einer Ausserbetriebnahme des Biologiebeckens 1 kann die belastete Abluft in die Biologiebecken 2 und 3 geblasen werden.

Die Luftmenge zu erhöhen, damit die komplette Biofilterkammer ohne grössere Umbauten betrieben werden kann, erachten wir durch die wesentlich höheren Jahreskosten als nicht sinnvoll.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Nutzwertanalyse der fünf Varianten eingetragen.



	Wirksamkeit/ Abluftqualität	Flexibilität (ABN) Betriebssicherheit	Energieaufwand	Robustheit Steuer-/ Regelkonzept
Variante 1 Biofilter mit Luftwäscher	0	-	0	+
Variante 2 Biofilter ohne Luftwäscher	0	0	+	0
Variante 3 komplette Biofilterkammer	0	+	-	0
Variante 1a Biofiltercontainer mit Luftwäscher	+	-	0	+
Variante 2a Biofiltercontainer ohne Luftwäscher	+	0	+	0

*Tabelle 8 Nutzwertanalyse*

- Die Wirksamkeit der Abluftbehandlung ist bei einem geschlossenen Biofilter mit Luftführung von oben nach unten besser als bei einem offenen Flächenbiofilter. Somit werden die Varianten 1a und 2a bei der Wirksamkeit besser bewertet.
- Die Flexibilität mit der kompletten Biofilterkammer (Variante 3) ist am grössten. Anstelle der Biologieluft kann zusätzlich zu den 4'100 m<sup>3</sup>/h weitere mit Gerüchen belastete Abluft auf den Biofilter geführt werden. Bei den anderen Varianten müsste für eine grössere Luftmenge der Ventilator ersetzt werden. Bei den Varianten mit Luftwäschern wäre dieser bei einer grösseren Luftmenge zu klein dimensioniert. Bei der Variante 2 würde bei einer Vergrösserung der Luftmenge wahrscheinlich die Abluft im Biologiebecken 1 zu wenig befeuchtet. Die Biofiltercontainer sind für die momentane Nennluftmenge ausgelegt, eine Erhöhung der Luftmenge wäre nur in sehr kleinem Rahmen möglich.
- Der Energieaufwand bei den beiden Varianten ohne Luftwäscher ist am tiefsten. Der grosse Biofilter hat den grössten Energiebedarf.
- Die Regulierung der Luftmenge ist bei dem Biofilter mit Luftwäscher am einfachsten zu lösen. Durch das Ansaugen über ein Becken ist die Regulierung bei den restlichen Varianten nicht ganz einfach, kann aber mit den korrekten Regler-Einstellungen bewältigt werden. Sobald jedoch eine GFK Abdeckung des Biologiebeckens 1 geöffnet ist, funktioniert die Unterdruckregelung nicht mehr.

Bei Ausserbetriebnahme des Biologiebeckens 1 müssen bei den Varianten 2 und 2a folgende Punkte beachtet werden:

Ist der Unterbruch kürzer als zwei bis drei Tage kann die Luftzufuhr auf den Biofilter ohne Konsequenzen abgeschaltet werden. Ist der Unterbruch länger kann es ohne Belüftung des Biofilters zu einem Absterben der Bakterien kommen. Nach einer Betriebszeit von 2 - 3 Wochen haben sich die Bakterien jedoch wieder erholt und der Biofilter funktioniert wieder richtig. Während der ersten 2 - 3 Wochen nach erneuter Inbetriebnahme ist die Abluftreinigung noch nicht gleich effektiv wie vor der Abschaltung. Damit das Absterben der Bakterien vermieden werden kann gibt es eine einfache Möglichkeit. Mit dem Fortluftventilator im Zwischengebäude kann über das ausser Betrieb genommene Biologiebecken Aussenluft angesaugt werden. Während der Unterbrechungszeit beziehen die Bakterien ihre Nahrung aus dem Biofiltermaterial und durch die Frischluftzufuhr erhalten sie den Sauerstoff und überleben die Revision. Der Abluftventilator im Gebläseraum kann während der Revisionszeit des Biologiebeckens 1 abgeschaltet werden oder die Abluft kann über Klappenumstellung in die Biologiebecken 2 und 3 geblasen werden. Diese tritt dann durch die vorhandenen Undichtigkeiten durch Überdruck ins Freie.

# **Anhang 2**

Dimensionierung

**Dimensionierung Faulung**

Primärschlamm inkl. Rückläufe		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung		ohne Vorfällung	
TS Primärschlamm	%	3.7	2.8	3.7	2.8
GV Primärschlamm	% des TS	73.2	74.3	73	74
Schlammmenge	m3/d	57	78	45	63
<b>Frachten</b>					
BSB5	kg/d	-	-		
CSB	kg/d	2'726	2'952	2'181	2'362
TS	kg/d	2'090	2'223	1'672	1'779
TKN	kg/d	66	70	53	56
NH4-N	kg/d	0.00	0.00	0.00	0.00
NO3-N	kg/d	-	-	-	-
Ptot	kg/d	11	11	9	9
NO2-N	kg/d	-	-	-	-
Ntot	kg/d	66	70	53	56

Überschussschlamm		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung		ohne Vorfällung	
TS Überschussschlamm	%	4.5	4.3	4.5	4.3
GV Überschussschlamm	%	55.2	55.2	55	55
Schlammmenge	m3/d	37	50	30	40
<b>Frachten</b>					
BSB5	kg/d	-	-		
CSB	kg/d	1'579	2'145	1'263	1'716
TS	kg/d	1'664	2'182	1'331	1'746
TKN	kg/d	79	108	63	86
NH4-N	kg/d	0.89	1.21	0.71	0.97
NO3-N	kg/d	-	-	-	-
Ptot	kg/d	40	55	32	44
NO2-N	kg/d	-	-	-	-
Ntot	kg/d	79	108	63	86

Dickschlamm zu Faulraum		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung		ohne Vorfällung	
TS Frischschlamm	%	6	6	6	6
GV Frischschlamm	%	65	65	65	65
Schlammmenge QFS	m3/d	63	73	57	66
<b>Frachten</b>					
BSB5	kg/d	0	0	0	0
CSB	kg/d	4'238	5'019	3'599	4'224
TS	kg/d	3'696	4'337	3'166	3'679
TKN	kg/d	142	174	114	139
NH4-N	kg/d	1	1	1	1
NO3-N	kg/d	0	0	0	0
P tot.	kg/d	50	65	40	52
NO2-N	kg/d	0	0	0	0
Ntot	kg/d	142	174	114	139
<b>Anteil PS</b>					
CSB	kg/d	2'683	2'906	2'147	2'325
TS	kg/d	2'058	2'189	1'646	1'751
Glühverlust	%	73	74	73	74
CSB/oTR	gCSB/goTS	1.8	1.8	1.8	1.8
<b>Anteil ÜSS</b>					
CSB	kg/d	1'554	2'112	1'244	1'690
TS	kg/d	1'638	2'148	1'311	1'719
Glühverlust	%	55	55	55	55
CSB/oTR	gCSB/goTS	1.7	1.8	1.7	1.8
<b>Anteil Fremdschlamm</b>					
CSB	kg/d	0	0	209	209
TS	kg/d	0	0	209	209
Glühverlust	%	0	0	65	65
CSB/oTR	gCSB/goTS	0.0	0.0	1.5	1.5
<b>Anteil Co-Substrat</b>					
CSB	kg/d	0	0	0	0

Faulung		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung		ohne Vorfällung	
auf Basis von CSB mit DWA M-368 (2014)					
PARALLEL					
Faulturm					
Anzahl		2	2	1	1
Durchmesser	m	9	9	9	9
Höhe	m	16	16	16	16
Volumen / Faulturm	m3	1'101	1'101	1'101	1'101
Gesamtvolumen	m3	2'202	2'202	1'101	1'101
Aufenthaltszeit	d	35	30	19	16.8
Temperatur	°C	38	38	38	38
Faulung					
Hydrolysekonstante	1/d	0.32	0.32	0.32	0.32
Technisch erreichter Abbau	%	92	90	86	84
Anteil PS					
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	65	65	65	65
CSB_PS abgebaut	kg/d	1'600	1'709	1'199	1'271
TS_PS abgebaut	kg/d	899	956	673	711
Anteil ÜSS					
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	49	49	49	49
CSB_ÜSS abgebaut	kg/d	699	936	523	696
TS_ÜSS abgebaut	kg/d	406	525	304	391
Anteil Fremdschlamm					
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	50	50	50	50
CSB_FremdS abgebaut	kg/d	-	-	90	88
TS_FremdS abgebaut	kg/d	-	-	58	57
Anteil Co-Substrat					
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	80	80	80	80
CSB_CoS abgebaut	kg/d	-	-	-	-
Abbau total					
CSB_total abgebaut	kg/d	2'299	2'644	1'812	2'055
Elimination	%	54	53	50	49
TS_total abgebaut	kg/d	1'305	1'481	1'036	1'159
Elimination	%	35	34	33	32

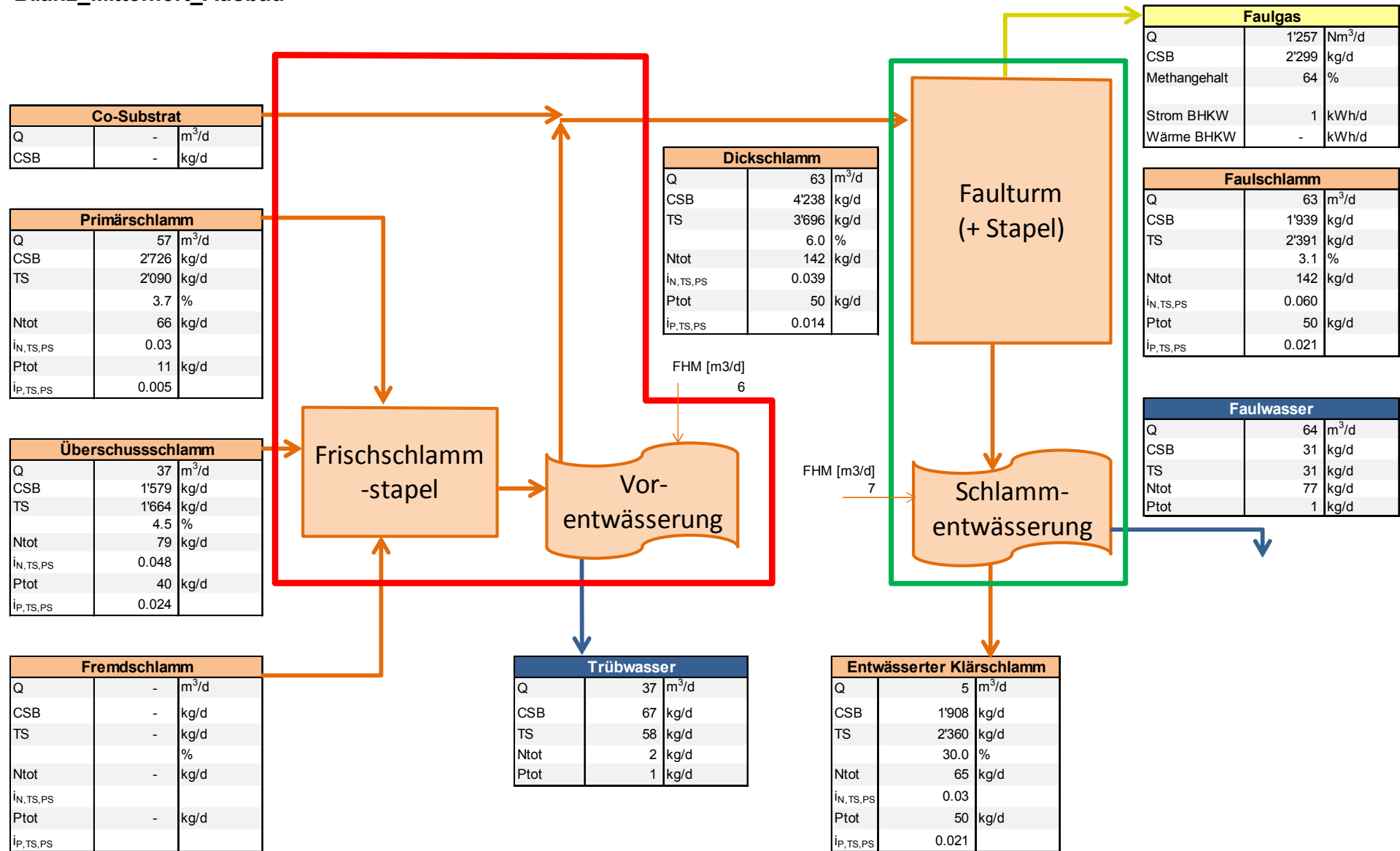
Faulung		Ausbauziel	
		Mittelwert	Bemessung
		ohne Vorfällung	
SERIELL			
Faulturm Serie 1			
Anzahl		1	1
Durchmesser	m	9	9
Höhe	m	16	16
Volumen / Faulturm	m3	1'101	1'101
Gesamtvolumen	m3	1'101	1'101
Aufenthaltszeit	d	17.6	15.0
Temperatur	°C	38	38
Hydrolysekonstante	1/d	0.32	0.32
Technisch erreichter Abbau Serie 1	%	85	83
Faulturm Serie 2			
Anzahl		1	1
Durchmesser	m	9	9
Höhe	m	16	16
Volumen / Faulturm	m3	1'101	1'101
Gesamtvolumen	m3	1'101	1'101
Aufenthaltszeit	d	17.6	15.0
Temperatur	°C	38	38
Hydrolysekonstante	1/d	0.32	0.32
Technisch erreichter Abbau Serie 2	%	85	83
Faulung			
Technisch erreichter Abbau total	%	98	97
Anteil PS			
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	65	65
CSB_PS abgebaut	kg/d	1'704	1'832
TS_PS abgebaut	kg/d	957	1'025
Anteil ÜSS			
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	49	49
CSB_ÜSS abgebaut	kg/d	744	1'003
TS_ÜSS abgebaut	kg/d	432	563
Anteil Fremdschlamm			
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	45	45
CSB_FremdS abgebaut	kg/d	-	-
TS_FremdS abgebaut	kg/d	-	-
Anteil Co-Substrat			
Maximale Abbaubarkeit (CSB)	%	90	90
CSB_CoS abgebaut	kg/d	-	-
Abbau total			
CSB_total abgebaut	kg/d	2'447	2'835
Elimination	%	58	56
TS_total abgebaut	kg/d	1'389	1'588
Elimination	%	38	37

Entwässerter Klärschlamm		Ausbauziel		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		Parallel		Seriell		Parallel	
TS EKS	%	28	28	28	28	28	28
GVEKS	%	55	55	55	55	55	55
Schlammmenge Q_EKS	m3/d	6	7	5	7	5	7
<b>Frachten</b>							
BSB5	kg/d	0	0	0	0	0	0
CSB	kg/d	1'908	2'340	1'760	2'151	1'760	2'139
TS	kg/d	2'360	2'822	2'277	2'716	2'102	2'489
TKN	kg/d	66	83	70	88	53	67
NH4-N	kg/d	8	10	7	8	6	8
NO3-N	kg/d	0	0	0	0	0	0
P tot.	kg/d	50	65	50	65	40	52
N02-N	kg/d	0	0	0	0	0	0
Ntot	kg/d	66	83	70	88	53	67

Klär gasmenge		Ausbauziel		Ausbauziel		Ist-Zustand	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
		Parallel		Seriell		Parallel	
CSB im Zulauf zur Faulung	kg/d	4'238	5'019	4'238	5'019	3'599	4'224
CSB im Ablauf der Faulung	kg/d	1'939	2'374	1'790	2'184	1'788	2'169
CSB im Gas	kg/d	2'299	2'644	2'447	2'835	1'812	2'055
Methanproduktion (CH4)	kg/d	575	661	612	709	453	514
	Nm3/d	805	926	857	992	634	719
Methangehalt im Gas	%	64	64	64	64	64	64
Gasproduktion	Nm3/d	1'257	1'446	1'338	1'550	991	1'124
Unterer Heizwert	kWh/m3	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40
	kWh/d	8'046	9'255	8'566	9'922	6'340	7'192
Anzahl Gasometer		1	1	1	1	1	1
Volumen/Gasometer	m3	500	500	500	500	500	500
Volumen total	m3	500	500	500	500	500	500
Theoretische Aufenthaltszeit (total)	h	10	8	9	8	12	11
Durchsatz BHKW	Nm3/h	80	80	80	80	80	80
Betriebsstunden BHKW	h/d	16	18	17	19	12	14
Produzierte Gasmenge		127%	146%	135%	156%	100%	113%

## Bilanz\_Mittelwert\_Ausbau

31.05.2018



Angaben Kläranlage			
		Ausbauziel	Ist-Zustand
Belastung (CSB)	EW	50'000	40'000
Q_TW	l/s	113	90
Q_mittel	l/s	169	135
Q_max	l/s	370	370

PAK-Dosierung			
		Mittel	Bemessung
PAK-Konzentration	mg/l	15	15
Fracht	kg/d	219	480
	kg/h	9	20

Flockungsbecken			
		Ausbau	Ist-Zustand
Volumen	m3	249	195
Aufenthaltszeit mittel	min	25	24
min	min	11	9

PAK-Silo			
		Ausbau	Ist-Zustand
benötigte PAK-Menge	kg/d	219	480
PAK-Dichte	kg/m3	300	300
Benötigte Menge	m3/d	0.73	1.60
1 Lieferung PAK (LKW)	m3	50	50
	kg	15'000	15'000
Rerserve für Einblasen		30%	30%
Minimalvolumen Silo	m3	65	65
Volumen Silo	m3	80	80
Tage bis Neubefüllung	d	68	31
Monate bis Neufüllung	M	2.2	1.0

## **Anhang 3**

Detaillierte Kostenschätzung



ERGOLZ 1, Ausbau Schlammbehandlung und Entwässerung		31.05.2018
<b>KOSTENSCHÄTZUNG (± 10%)</b>		
BKP		E-Preise / Offerten CHF
<b>Bau</b>		
	<b>Faulturm 2</b>	
	Entleerung + Reinigung	5'000
	bestehende Fassade abbrechen und Entsorgung (inkl. Gaskompressorraum)	24'200
	Baumeisterarbeiten (Zwischenwände, Bohrungen usw.)	35'000
	Betoninstandsetzung Innenbereich FT2 inkl. Gerüst	174'300
	Fassade FT2 (Wärmedämmung, Sinusblech, total 460 m2)	94'500
	Perimeterdämmung (unter Boden)	12'600
	Flachdach inkl. Isolierung (inkl. Dach Zwischenbau)	40'000
	Blitzschutzanlage	7'000
	Schadstoffentsorgung FT2 Dichtung + Zwischenbau	24'000
	<b>Zwischenbau</b>	
	Gerüstarbeiten für Zwischenbau	18'000
	Fassade Zwischenbau (verputzt)	26'300
	Überzüge	20'000
	Malerarbeiten inkl. kleine Betonsanierungen (Innenwände und Böden)	47'300
	Neue Fenster + Türen auf beiden Seiten	70'000
	<b>Schlammstapel SS4 / SS3</b>	
	gasdichte Deckendurchdringung für Schütz 2 Stk. à 1000.-/Stk.	2'000
	Baumeisterarbeiten (Zwischenwände, Bohrungen usw.)	84'000
	Neue Montageöffnungen für Rührwerk	10'500
	<b>Scheibeneindicker</b>	
	Pumpensockel	2'000
	<b>Schlammmentwässerung</b>	
	Allfällige bauliche Massnahmen	5'000
	<b>Total</b>	<b>701'700</b>
	<b>Maschinelle Ausrüstung</b>	
	<b>Faulturm 1+2</b>	
	<b>Rohrleitungen</b>	
	Beschickung Frischschlamm/Kaltschlamm DN 150 -V4A, 10m à 600.-/m	6'100
	Umwälzung/Aufheizen DN 150 -V4A, 80 m à 600.-/m	48'500
	Umpumpen DN 150 -V4A, 80 m à 600.-/m	48'500
	Schlammabgabe / Verdrängung in Schlammstapel DN 150 -V4A, 40 à 600.-/m	24'200
	Wanddurchführungen ca. 12 Stk. 1000.-/Stk	12'100
	Entleerungen 2" 20 Stk. / à 800.-/Stk.	16'200
	Rohrleitungen für Schaumfalle 150 V4A, 20 m à 600.-/M	12'100
	Anpassung Gasleitungen 150 -V4A, 20 m à 800.-/M	16'200
	Neu BW Leitung	60'600
	Neu DL Leitung + Anschluss PV	35'400
	Neu TW Leitung	25'300
	Zyklon mit Rohrleitung für beide FTs	10'000
	Demontage und Entsorgung best. Rohrleitung, Armaturen, Pumpen inkl. Schadstoffentsorgung	20'000
	Umbau Trübwasserleitung als Dachwasserablauf	10'000
	Entschäumerdosierung über Dach FT1+2, inkl. Isolation, Düsen, Wanddurchdringung	10'000
	Brauchwasserisolation	800
	Inlinersanierung Wanddurchdringungen FT2 6 Stk. À 500.-/Stk.	3'000
	Provisorien	50'000
	<b>Schlammwärmetauscher</b>	
	2 Neue WT mit Isolation	121'200
	Heisswasseranschluss ab best. Heizverteilung, Pumpe, Messungen, Leitung	20'000

<b>Armaturen</b>	
H-Schieber DN50 10 Stk. à 450.-/Stk.	4'500
H-Schieber DN100 10 Stk. à 500.-/Stk.	5'000
H-Schieber DN150 30 Stk. à 700.-/Stk.	21'000
P-Schieber DN150,35 Stk. à 1400.-/Stk.	49'000
P-Schieber DN200,6 Stk. à 1600.-/Stk.	9'600
<b>Faulturm FT 1+2 Umwälzung</b>	
Neues Rührwerk FT2	183'000
inkl. Gashaube/Gasdom/Über- + Unterdrucksicherung/Detonationssicherung	inkl.
Schaumfalle FT1+FT2 inkl. Rohrleitung DN150 V4A	inkl.
Demontage und Entsorgung Gaseinspressung inkl. Rohrleitungen	15'000
neues Rührwerk FT1 ohne Gasdom	66'500
<b>Pumpen FT1 / FT2</b>	
2 Kreispumpen für Umwälzen/Umpumpen/Aufheizen 20 l/s H=10m	20'000
2 Verdrängerpumpen (Börger) für Umwälzen/Umpumpen/Aufheizen 20 l/s H=10m	50'000
OPTION: 1 Mobile Schlammabgabepumpe Drehkolbenpumpe inkl. Steuerung	30'000
<b>Schlosser FT1 / FT2</b>	
Geländer Treppe / Podest	58'000
Drucktüre FT2 sanieren	12'000
<b>Schlammstapel SS4 / SS3</b>	
<b>Rohrleitungen</b>	
Leitungsverlängerung im Becken DN 150-V4A, 2x15 m à 600.-/m	18'200
Leitungen bei neuen Pumpen 150-V4A, 2x10 m à 600.-/m	12'100
Leitung zum Umpumpen von SS4->SS3->SS2->SS1, 12 m à 60.-/m	7'300
<b>Armaturen</b>	
H-Absperrschütz NW 500 2 Stk. à 4'000.-/Stk.	8'000
P-Schieber bei Pumpe DN150,4 Stk. à 1400.-/Stk.	5'600
H-Schieber bei Pumpe DN150 5 Stk. à 700.-/Stk.	3'500
P-Schieber bei Pumpe DN150,2 Stk. à 1400.-/Stk.	2'800
Entleerung + Reinigung 4 Stk, 2" à 800 CHF	3'200
<b>Pumpen</b>	
2 Neue Schlammumpen	20'000
2 neue Trübwasserpumpen, inkl. Rohrleitungsanpassung	20'000
<b>Rührwerk</b>	
2 neue Tauchrührwerke mit Galgen, EX-Ausführung	20'000
<b>Schlosserarbeiten</b>	
2 Montageöffnungen Huber SD7	10'000
<b>Schlammmentwässerung</b>	
Rückbau best. Decanter inkl. Entsorgung	10'000
Neuer Decanter inkl. Fettschmierung, Feststoffschieber, Kompensator, RecuVanes	155'100
<b>Rohrleitungen</b>	
Anpassung Schlammzulauf DN100 V4A, Reduktion, Kompensator	2'500
Anpassung Trübwasserablauf DN150 V4A, Reduktion, Kompensator	5'000
Anpassung Schlammtrichterübergang V4A, inkl. Reduktionskonus, Kompensator	3'000
Anpassung Spülleitungen 1" ohne Armaturen	2'000
Anpassung FHM Leitungen 1" ohne Armaturen	2'000
<b>Schlosserarbeiten</b>	
Anpassen Stahlpodest	4'000
<b>FHM Dosierstation</b>	
Neue Pendelanlage Komplett mit Dosierpumpe und Steuerung	60'000
Anpassung Dosierleitung inkl. TW/BW Anschluss	10'000
<b>Lüftung</b>	
<b>Anpassung bestehende Lüftung</b>	20'000

<b>Ausführung - Erneuerung Dickschlammlleitung DN reduzieren</b>		
<b>Rohrleitungen</b>		
RL DN60 V4A 12m à 340.-/m		4'080.00
H-Schieber DN60 2 Stk à 400 CHF		800.00
P-Schieber DN60 1 Stk à 1000 CHF		1'000.00
Spülstutzen 2" 1 Stk à 800 CHF		800.00
<b>Definitve Leitung Spülung mit Faulschlamm</b>		
<b>Rohrleitungen</b>		
RL DN50 V4A 10m à 310 ./m		3'400.00
P-Schieber DN50 1 Stk à 1000 CHF		1'000.00
Spülstutzen 2" 1 Stk à 800 CHF		800.00
<b>2. Dickschlammpumpe</b>		
<b>Rohrleitungen</b>		
2. Pumpe von P-Huber		7'100.00
Anpassung Dickschlammtrichter durch P-Huber inkl. Schieber		9'000.00
Anpassung CE-Konformität durch P-Huber (Annahme)		1'000.00
P-Schieber DN60 2 Stk à 1000 CHF nach Pumpen		2'000.00
H-Schieber DN200 2 Stk à 2'500 CHF vor Pumpen		5'000.00
Spülstutzen 2" 4 Stk à 800 CHF		3'200.00
Faulschlamm Anschlussstutzen 2" 1 Stk à 800 CHF		800.00
<b>Total</b>		<b>1'518'000</b>
<b>EMSRT inkl. Provisorien (Kostenschätzung EMSR Plan AG)</b>		
<b>Faulung und Stapel</b>		
Installationen		240'000
Schaltanlagen		83'300
Messtechnik		43'000
SPS / PLS		108'000
<b>Entwässerung und FHM</b>		
Installationen		75'700
Schaltanlagen		57'200
Messtechnik		18'300
SPS / PLS		48'600
<b>Total</b>		<b>674'100</b>
<b>Abluftbehandlung (Kostenschätzung KWP Energieplan AG)</b>		
Abluftbehandlung		99'000
Anpassungen Abluftleitungen		38'000
Anpassungen am Gebäude		50'000
Medienanschlüsse Biofilter		7'000
EMSRT		42'000
<b>Total</b>		<b>236'000</b>

ERGOLZ 1, Fremdschlammannahme		30.05.2018
<b>KOSTENSCHÄTZUNG (± 10%)</b>		
BKP		E-Preise / Offerten CHF
<b>Bau</b>		
	<b>Fremdschlammannahme</b>	
	Kernlochbohrung inkl. Erdarbeiten und wieder auffüllen	5'000.00
	Brandabschnitt wiederherstellen	1'000.00
	Kernlochbohrungen in FT	2'000.00
	Maschinensockel	5'000.00
	<b>Total</b>	<b>13'000.00</b>
<b>Maschinelle Ausrüstung</b>		
	<b>Fremdschlammannahme</b>	
	Annahmestutzen inkl. Rohrleitung DN 150 V4A 6m à 600 CHF/m	7'600.00
	Zerkleinerer und Exzentrerschneckenpumpe	24'330.00
	Rohrleitung DN50 V4A 40 m à 290 CHF/m	11'600.00
	Zwischenbehälter 16 m³ inkl. Austragsschnecke und Austragschieber 300	40'000.00
	P-Schieber DN50 1 Stk à 500 CHF	500.00
	H-Schieber DN150 1 Stk à 800 CHF	800.00
	Signallampe	
	Anmeldung zur Freigabe Befüllung	
	Spülstutzen 2" 4 Stk à 800 CHF	3'200.00
	Anpassung Lüftung	5'000.00
	RL DN50 V4A 15m à 310 ./m Füllung Behälter mit Faulschlamm	5'100.00
	Rührwerk Option im Zwischenbehälter	5'000.00
	P-Schieber DN50 1 Stk à 1000 CHF Faulschlamm	1'000.00
	Spülstutzen 2" 1 Stk à 800 CHF Faulschlamm	800.00
	Leitungen verlegen	5'000.00
	<b>Total</b>	<b>110'000.00</b>
	<b>EMSRT (Kostenschätzung EMSR Plan AG)</b>	
	Installationen	56'810.00
	Schaltanlagen	22'360.00
	Messtechnik	6'700.00
	SPS / PLS	31'112.00
	<b>Total</b>	<b>116'982.00</b>

## Investitionskosten Ausbau ARA Ergolz 1

ERGOLZ 1, MV-Stufe und Sanierung Filtration		12.11.2018	
KOSTENSCHÄTZUNG (± 10%)			
		Ausbau MV-Stufe (jetzt) CHF	Sanierung Filter (in 10 Jahren) CHF
	Voraussichtlich subventionsberechtigte Kosten		
Bau			
	Flockungsbecken und PAK-Silo		
	Installationen Baumeister	11'100	
	Regiearbeiten	7'000	
	Vorbereitungs- und Abbrucharbeiten	24'000	
	Erd- und Baugrubenarbeiten inkl. Mikropfähle	60'000	
	Rohbau	98'000	
	Sanierung Flockungsbecken, bestehend	30'000	
	Umgebungsarbeiten und Diverses	20'000	
	Filtration		
	Sanierung Filterzellen, Schlammwasserbecken. Polsterraum		65'000
	Total	250'100	65'000
Maschinelle Ausrüstung			
	Flockungsbecken		
	Rührwerk in Flockungsbecken (inkl. Deckel oder Stahlkonstruktion)	60'000	
	Belüftersystem in erweitertem Flockungsbecken	20'000	
	Erweiterung Überfallkante zu Ablaufkanal	2'000	
	Anschluss Zulaufleitung an erweitertes Flockungsbecken	16'500	
	Handklappe Zulaufleitung Flockungsbecken	5'100	
	Kran Demontage Rührwerke	15'000	
	Schütz zw. Altem und neuem Becken für Revision	11'000	
	Zugang/Rost FlockBecken, Geländer, PUS-Abdeckung	69'700	
	Zuleitung Becken1, Dosieranlage, Einhausung, Zuleitung aus Sumpf zu FlockBecken	55'000	
	Filtration		
	Podest für Demontage Pumpen	9'000	
	Leitung Anschluss Schlammwasserleitung an Ablauf Biologie	25'200	
	pneum. Schieber Verteilung Schlammwasser in Biologie/Rechen	6'300	
	Ersatz FM-Verteilung inkl. Pumpen		10'000
	Belüftung Flockungsbecken (2 versch. Gebläse, wegen WSP) (Drehkolbengebläse)		40'000
	Gebläse Spülluft Filtration (Drehkolbengebläse)		80'000
	Pumpen Zulauf Filtration		60'000
	Spülwasserpumpe		60'000
	Schlammwasserpumpe		30'000
	Erneuerung in Filterzellen: Düsen, Teile von Klappen...	101'900	
	PAK-Dosierung		
	Silo, inkl. 2 Waagen für 7 - 20 kg/h (inkl. Druckluftanlage)	438'800	
	Verzollung Silo	33'800	
	Leitung Dosierstation -> Flockungsbecken	3'800	
	pneum. Klappen Verteilung PAK-Wasser in Flockungsbecken	3'000	
	Leitung Dosierstation -> Ablauf Biologie	38'400	
	pneum. Klappen Verteilung PAK-Wasser in Biologie	3'000	
	Total	917'500	280'000
EMSRT, inkl. Provisorien			
	Installationen	187'000	164'300
	Schaltanlagen	107'700	117'300
	Messtechnik	0	317'000
	SPS / PLS	115'200	219'400
	Total	409'900	818'000

## **Anhang 4**

Kostenvergleich Projekt 2013

**Vergleich Investitionskosten Projekt 2013 und 2018**

<b>Unterschiede Projekt 2018 - 2013: Faulung und Stapel</b>				
	<b>Unterschied</b>	<b>Projekt 2018</b>	<b>Projekt 2013</b>	
<b>Vergleichsbaukosten</b>		696'700	648'000	CHF
Teuerung (5%)	30'700			CHF
Deckendurchdringung SS3/4 Schütz (2Stk.)	2'000			CHF
Pumpensockel Scheibeneindicker	2'000			CHF
Schadstoffsanierung	24'000			CHF
Sanitärarbeiten	-10'000			CHF
Summe	<b>48'700</b>	48'700		<b>CHF</b>
<b>Maschinelle Vergleichskosten</b>		1'244'400	1'101'000	
Teuerung (1%)	18'100			CHF
Entschäumer-Installation (Zyklon, Brauchwasser...)	33'800			CHF
Demontage und Schadstoffe	35'000			CHF
Provisorien	50'000			CHF
Neues Rührwerk	41'500			CHF
Trübwasserpumpen (2 Stk.)	20'000			CHF
Anpassungen Voreindickung	40'000			CHF
Verdrängerleitungen	-34'000			CHF
Rückbau Krähwerk	-30'000			CHF
Rohrleitungen und Armaturen Eindicker	-16'000			CHF
Anpassung Preis Wärmetauscher	-15'000			CHF
Summe	<b>143'400</b>	143'400		<b>CHF</b>
<b>Vergleichs-EMSRT-Kosten</b>		474'300	508'000	
Total	<b>-33'700</b>	-33'700		<b>CHF</b>
<b>UVG + Honorar</b>		640'000	598'000	
Total	<b>42'000</b>	42'000		<b>CHF</b>
<b>TOTALE INVESTITIONSKOSTEN</b>	<b>200'400</b>	<b>3'055'400</b>	<b>2'855'000</b>	<b>CHF</b>

# **Anhang 5**

Terminablauf



