

# Sanierung Reservoir Fluh



## Technischer Bericht Bauprojekt

Liestal, 13. Februar 2017\_L3450

Stadt Laufen  
Vorstadtplatz 2  
4242 Laufen

**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
01	13.02.2017	KOP	KOP	HOLINGER AG Stadt Laufen

P:\3450\_hlt\3\_Bauprojekt\5\_Berichte\Sanierung Res. Fluh\_TB BP\_KOP.docx

# INHALTSVERZEICHNIS

1	AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG	4
2	GRUNDLAGEN	5
3	VARIANTENENTSCHEID	6
3.1	Ausgangslage	6
3.2	Auskleidung in Edelstahl	6
3.2.1	Erfahrungen	6
3.2.2	Herausforderung Einbausystem	6
3.2.3	Rohstoffpreise	6
3.2.4	Inspektion der hinterliegenden Bausubstanz	7
3.3	Variantengegenüberstellung	7
3.3.1	Baukosten	7
3.3.2	Wirtschaftlichkeit	8
3.3.3	Fazit	8
3.4	Variantenentscheid	9
3.4.1	Anpassung der Inspektionsmöglichkeit im Rahmen des Bauprojektes	9
4	SANIERUNGSMASSNAHMEN	10
4.1	Tragkonstruktion	10
4.2	Kammerinnenflächen	10
4.2.1	Auskleidungssystem	10
4.2.2	Vorkehrungen zur Inspektion	11
4.3	Ausrüstung und Ausbau	14
4.3.1	Verrohrung und Armaturen	14
4.3.2	Steuerungs- und Elektrotechnik	16
4.3.3	Be- und Entlüftung	17
4.3.4	Weitere Ausstattungen	18
5	PRÜFUNGEN / QUALITÄTSSICHERUNG	19
6	BAUABLAUF	20
7	KOSTENVORANSCHLAG	22
8	WEITERES VORGEHEN UND TERMINPLAN	23

## **1 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG**

Die durch die HOLINGER AG durchgeführte Konzeptstudie zum Sanierungsbedarf der Reservoirs Fluh und Bromberg hat aufgezeigt, dass in beiden Reservoirs Sanierungsbedarf besteht. Das Reservoir Bromberg wurde zwischenzeitlich saniert. In einem zweiten Schritt soll nun das Reservoir Fluh auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden. Das Reservoir Fluh weist deutliche Korrosionsschäden an Beschichtung und Bausubstanz auf. In der Folge wurde beschlossen, alternative Methoden der Auskleidung vor Erstellung des Bauprojektes zu prüfen

Die Stadt Laufen hat um eine Offerte für die weitere Projektierung und Realisierung gebeten.

Auf Basis der durch die HOLINGER AG erstellten Offerte vom 22. Juni 2016 hat die Stadt Laufen am 20. Juli 2016 die Erarbeitung bis und mit Bauprojekt ausgelöst. Der verbleibende Honoraranteil für die Realisierung wird in Abhängigkeit der Sprechung des Baukredits vergeben.

## 2 GRUNDLAGEN

- [1] Sanierung Reservoir Fluh, Sanierungskonzept;  
HOLINGER AG; 20. Februar 2014
- [2] Memo Varianten Auskleidung; HOLINGER AG; 22. und 23. September 2016
- [3] Sitzung Variantendiskussion zwischen Walter Ziltener, Markus Rieder und  
Pinkas Kopp; 23. September 2016
- [4] GWP Laufen; HOLINGER AG; 06. Januar 2016

## **3 VARIANTENENTSCHEID**

### **3.1 Ausgangslage**

Im Reservoir Fluh sind Korrosionsprozesse an der Betonsubstanz zu beobachten, welche den Einbau eines Kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) bedingen, sofern eine mineralische Beschichtung eingebaut würde. Eine Erfolgsgarantie durch den Einbau eines KKS kann im Voraus nicht gegeben werden. Vermehrt bekannt werden gar Probleme und/oder unerwünschte Nebeneffekte durch den Einsatz von KKS-Anlagen bei beschichteten Reservoirien (Abplatzungen, Ablagerungen von Mineralien etc.).

Um die noch junge Bausubstanz vor den Korrosionsprozessen zu schützen, wurde beschlossen, vor der Ausarbeitung des Bauprojektes mögliche Auskleidungsvarianten zu prüfen, welche das Bauwerk vom gespeicherten Wasser abkoppeln und so den Stromfluss unterbrechen. Die Wasserversorgung hat sich bereits vorgängig explizit gegen den Einsatz von Kunststoffen ausgesprochen, wodurch eine Auskleidung aus Edelstahl die verbleibende Alternative zur Mörtelbeschichtung darstellt. Der Variantenentscheid soll auf Basis eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs darlegen, ob eine Edelstahlauskleidung eine langfristig wirtschaftliche Alternative darstellt.

### **3.2 Auskleidung in Edelstahl**

#### **3.2.1 Erfahrungen**

Die Auskleidung in Edelstahl ist bei Schweizer Trinkwasserversorgern noch wenig etabliert. In Deutschland bestehen für die Auskleidung bestehender und gar neuer Reservoirie einige Erfahrungen. Diese sind grundsätzlich positiv, insbesondere bei Anlagen, welche bislang Probleme mit Betonkorrosion hatten, ist die Abkopplung der Bausubstanz vom Wasser ein Gewinn. Möchte man dies nicht mit organischen Materialien (PE-Folien oder -Platten) erzielen bietet sich Edelstahl als Werkstoff an.

#### **3.2.2 Herausforderung Einbausystem**

Die Verarbeitung muss aufgrund des hohen Materialanteils und der aufwändigen Arbeitsschritte möglichst effizient erfolgen, um auf ähnliche Baukostenanteile wie eine mineralische Beschichtung zu gelangen. In der Folge ist die technische Verarbeitung möglichst einfach zu halten und ist dadurch für erfahrene Edelstahlverarbeiter nicht eine handwerkliche Herausforderung, sondern hat den Anspruch an die effiziente Verarbeitung vor Ort. Die Herausforderung liegt somit im planerischen Bereich.

#### **3.2.3 Rohstoffpreise**

Die Preisgestaltung des Edelstahls ist direkt an den Weltrohstoffmarkt gekoppelt und teils starken Schwankungen unterworfen. Seit einem kurzzeitigen Höchststand im Jahr 2006 sind die Preise stark gesunken. Im 2016 befindet sich der Handelspreis der Ausgangsmetalle auf einem sehr tiefen Niveau, was der Wirtschaftlichkeit der Auskleidung zuträglich ist. In den letzten 3 Jahren sind die Rohstoffpreise in einem

Bereich von +/- 30% geschwankt, verlaufen jedoch im Durchschnitt konstant mit gar leicht sinkender Tendenz. Die Schwankungen können innerhalb kurzer Zeit stattfinden (realistisch sind Preisverdoppelungen innerhalb <1 Jahr). Dadurch ist die Planungssicherheit der Kosten relativ schwierig, solange ein Ausführungsauftrag nicht vergeben, resp. eine Materialbeschaffung nicht erfolgt ist. Dieser Tatsache kann entweder durch Direkteinkauf und Lagerhaltung bei tiefer Preislage oder durch variablen Ausführungstermin begegnet werden.

### 3.2.4 Inspektion der hinterliegenden Bausubstanz

Ist ein Behälter erst einmal mit Edelstahl ausgekleidet, gestaltet sich eine Beurteilung der dahinter liegenden Bausubstanz schwierig. Durch eine Unterkonstruktion kann die Zugänglichkeit mittels Schlauchkamera geschaffen werden. Diese Unterkonstruktion hat grossen Kosteneinfluss (Zunahme über 30%). Grund dafür ist der erhöhte Materialbedarf, die erschwerte Montage der Bleche und die Tatsache, dass die Konstruktion die volle Wasserlast auf den Konstruktionsbeton abtragen muss.

## 3.3 Variantengegenüberstellung

Folgende Varianten wurden geprüft und einander gegenübergestellt:

### Variante 1

Auskleidung mit einer mineralischen Beschichtung analog zur Ausführung im Reservoir Bromberg. Eine Neubeschichtung der Decke wurde nicht vorgesehen.

### Variante 2

Auskleidung mit Edelstahl V4A

- 2.1: Direktmontage auf die Wand und Boden Inspektionsmöglichkeit nur entlang Ecke (Wand-Boden)
- 2.2: Direktmontage auf die Wand; Boden mit Unterbau Rastereinteilung und zusätzlichen Inspektionskorridoren kammermittig
- 2.3: Unterkonstruktion an den Wänden: Boden mit Unterbau Rastereinteilung und zusätzlichen Inspektionskorridoren kammermittig

### 3.3.1 Baukosten

Position	V1	V2.1	V2.2	V2.3
Kammerinnenflächen	175'000	195'000	220'000	260'000
Ausrüstung und Ausbau	49'000	49'000	49'000	49'000
Diverses und UVG	22'000	24'000	27'000	30'000
Honorare und Baunebenkosten	40'000	40'000	40'000	40'000
<b>Total Projektkosten exkl. MWSt.</b>	<b>286'000</b>	<b>308'000</b>	<b>336'000</b>	<b>380'000</b>
<b>Preissteigerung</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>17%</b>	<b>33%</b>

Die Basis dieser Betrachtung sind aktuelle Rohstoffpreise. Diese machen rund einen Drittel des Auftragsvolumens aus. Ein realistischer Preisanstieg des Edelstahles von 50% ergäbe somit in der Position Kammerflächen einen Preisanstieg von zusätzlichen 15%. Die möglichen Preisschwankungen haben entsprechend einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Diese wäre im vorliegenden Projekt bis zum Ende der Nutzungsdauer des Reservoirs dennoch gegeben.

### 3.3.2 Wirtschaftlichkeit

Eine mineralische Beschichtung ist eine Verschleisschicht. Ihr wird eine Lebensdauer von ca. 20 Jahren zugeschrieben. Bei einer Edelstahlauskleidung hingegen kann bei entsprechender Verarbeitung die Restnutzungsdauer des Gebäudes angesetzt werden. Entsprechend besticht eine Auskleidung in Edelstahl bei einem verhältnismässig neuen Objekt wie dem Reservoir Fluh, welchem eine Restnutzungsdauer von mindestens 50 Jahren zugeschrieben werden kann (Standardwert für Reservoir: 66 Jahre Nutzungsdauer).

Über die gesamte Restnutzungsdauer des Reservoirs zeigt sich die Wirtschaftlichkeit wie folgt:

- Jahreskosten<sup>1</sup> V1: 17'000 CHF/a
- Jahreskosten<sup>2</sup> V2: 11'000 – 13'500 CHF/a

Mit rund 20% tieferen jährlichen Kosten zahlt sich eine Edelstahlauskleidung über die verbleibende Nutzungsdauer des Reservoirs Fluh aus.

Der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann ein weiterer Aspekt angefügt werden. Der in den Varianten 2 verbaute Edelstahl wird bei einem künftigen Rückbau nicht wertlos sein, sondern kann zu einem, durch den aktuellen Wert des Rohstoffs bestimmten, Preis abgegeben werden. Dadurch verringern sich die Rückbaukosten.

### 3.3.3 Fazit

Die technische Umsetzung der Edelstahlauskleidung birgt, wenn auch in der Schweiz noch wenig verbreitet, keine wesentlichen Risiken, da die Verarbeitung möglichst simpel gehalten wird. Nach dem Einbau ist die Auskleidung sehr dauerhaft und komfortabel im Betrieb. Nachteilig beeinflussend kann insbesondere die Preislage der internationalen Rohstoffmärkte sein. Die Materialkosten sind ein grosser Bestandteil des Preises und können starken Schwankungen unterliegen.

Die mineralischen Beschichtungen sind gut etabliert. Die Herausforderungen liegen insbesondere im Korrosionsschutz und der Verarbeitung der Werkstoffe vor Ort, wodurch ein aufwändiges QS-System während dem Bau nötig ist, um die geforderten Parameter zu erreichen, resp. Risiken vermindern zu können.

---

<sup>1</sup> Zugrunde gelegte Annuität berechnet über eine Nutzungsdauer von 20 Jahren für die Beschichtung und 25 Jahre für die technischen Installationen. Kalkulatorischer Zinssatz von 2%.

<sup>2</sup> Zugrunde gelegte Annuität berechnet über eine Nutzungsdauer von 50 Jahren für die Auskleidung und 25 Jahre für die technischen Installationen. Kalkulatorischer Zinssatz von 2%.

Die Kosten sind über den Zeithorizont stabil. Mineralische Beschichtungen sind Verschleisschichten, welche nach ca. 20 Jahren Lebensdauer wieder ersetzt werden müssen. Der Betrieb des kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) verursacht laufende Betriebskosten und die bekannten Nebeneffekte von Kalkausfällung und punktuellen mineralischen Ablagerungen. Die vollflächige Schutzwirkung mit einer KKS-Anlage zu erzielen zeigt sich in der Praxis oft als schwierig.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Auskleidung mit Edelstahl wirtschaftlich interessant. Selbst bei höheren Marktpreisen kann über die Nutzungsdauer die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden.

### **3.4 Variantenentscheid**

Am 23. September 2016 fand eine Besprechung zwischen Walter Ziltener (Stadtverwalter), Markus Rieder (Brunnenmeister) und Pinkas Kopp (HOLINGER AG) statt [3]. An der gemeinsamen Besprechung anhand eines Entwurfes der Variantengegenüberstellung [2] wurden folgende Entscheide gefällt:

- Die Auskleidung mit Edelstahl wird weiterverfolgt und als Bauprojekt ausgearbeitet
- Die Variante 2.3 mit maximaler Inspektionsmöglichkeit wird gewählt
- Die Materialkosten des Edelstahls werden mit einer realistischen Reserve beaufschlagt, um mögliche Marktschwankungen abzubilden und somit einen genehmigten Baukredit nicht zu überspannen; Diese Reserve wird im Kostenvoranschlag entsprechend erwähnt

#### **3.4.1 Anpassung der Inspektionsmöglichkeit im Rahmen des Bauprojektes**

An der Besprechung vom 23. September 2016 wurde davon ausgegangen, dass eine vollflächige Inspizierbarkeit mit tragbaren Mehrkosten möglich ist. Im Rahmen der Bauprojektsausarbeitung wurde festgestellt, dass eine voll inspizierbare Unterkonstruktion aufgrund des vollflächig erhöhten Materialbedarfs ein unverhältnismässiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweist und den bisher angenommenen Preisrahmen deutlich übersteigt. Demzufolge wurde festgelegt, die Unterkonstruktion soweit zu optimieren, dass eine möglichst gute Beurteilung der Bausubstanz durchführbar ist und Fehlstellen auf eine kleine Teilfläche eingegrenzt werden können. Die unter 3.3 beschriebenen Varianten beinhalten bereits die beschlossene Mutation.

## 4 SANIERUNGSMASSNAHMEN

### 4.1 Tragkonstruktion

An der Tragkonstruktion sind grundsätzlich keine Massnahmen vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass das Bauwerk dem Stand der Technik entspricht. Der Bau erfordert diverse Kernbohrungen im Gebäude, welche die Tragfähigkeit des Gebäudes jedoch nicht einschränken. Im Bereich der hohen Bohrungsdichte bei den Eintritten für die Inspektion des Bodens ist ggf. vorgängig die Lage der Bewehrung durch Scans festzustellen. In einzelne Bohrungen müssen möglicherweise Stahlrohre eingemörtelt werden, um Kräfte abzuleiten. Diese sind während dem Bau zu bestimmen.

### 4.2 Kammerinnenflächen

#### 4.2.1 Auskleidungssystem

Die Oberfläche der Auskleidung wird vollständig aus Edelstahl (1.4401 ugs. auch V4A) ausgeführt. Die Materialstärke ist auf 2 bis 3 mm festgelegt (lokal können grössere Stärken erforderlich werden). Die Auskleidung erfolgt möglichst modulartig, sprich mit möglichst wenig verschiedenen vorzufertigenden Bauteilen. Die Hauptflächen werden mit Standardblechen (z.B. 1.5 x 1500 x 3000 mm) ausgekleidet. ECKelemente, Deckenanschlüsse und Rohrdurchführungen werden in möglichst einfacher Bauweise erstellt, um den Bearbeitungsaufwand tief zu halten.

#### **Materialverarbeitung**

Die einzelnen Elemente werden vor Ort verschweisst. Ein Teil der Nähte kann mechanisiert gefertigt werden, die übrigen müssen von Hand ausgeführt werden. Die mechanisierte Schweissung kann nur ausgeführt werden, wenn vorgängig die dünnen Bleche auf eine stabile Unterlage geheftet werden können. Dies ist nur bei Nähten, welche auf der Unterkonstruktion verlaufen der Fall. Bei händisch geschweissten Nähten werden die Bleche überlappt, um die Schweissnähte ohne Einsatz von Schutzgas auf der Rückseite verschweissen zu können.

Durch Ausbürsten der Nähte erhalten die Bleche an den bearbeiteten Flächen ihre Korrosionsbeständigkeit zurück.

#### **Unterkonstruktion**

Um die Möglichkeit der Inspektion zu schaffen wird die Auskleidung auf eine Unterkonstruktion aufgebaut. Diese besteht aus zwei Elementen. Zum einen aus Profilen und zum anderen aus flächig verteilten Punkt- oder Linienlagern oder gar vollflächiger Unterbettung mit drainagefähigem Material. Aus schweisstechnischen Gründen werden die Profile voraussichtlich ebenfalls in Edelstahl ausgeführt (1.4301, ugs. V2A). Für die zwischenliegenden Auflager sind Kunststoffe (PE, PP und dgl.) wie auch mineralische Stoffe denkbar. Eine möglichst wirtschaftliche Ausführung ist in der Ausführungsplanung mit dem Unternehmer festzulegen.

Die Profile werden mit Montagekleber auf den Untergrund geklebt. An den Wänden muss vorgängig die Haftzugfestigkeit der bestehenden Beschichtung überprüft werden. Bei ungenügenden Werten wird diese vorgängig im unmittelbaren Bereich der Profilmontage entfernt.

#### **Abschlüsse zur Decke**

Der Abschluss der Wanne wird an der Wand angebracht, sodass die Arbeitsfuge (Decke-Wand) des Betonbauwerks sichtbar bleibt. Die Abschlüsse müssen möglichst gasdicht ausgeführt werden. Es ist daher eine Abfalzung vorgesehen (L= ca. 150 mm), welche mit Baukleber (und ggf. zwischenliegendem Dichtband) versehen wird und zusätzlich mit Schrauben verankert wird.

#### **Anschlüsse an bestehende Einbauten**

Die bestehenden Einbauten (Rohre, Drucktüren) bestehen aus Edelstahl. Zwar ist deren genaue Materialgüte nicht abschliessend geklärt, die Verschweisbarkeit mit den vorgesehenen Wandungsblechen ist aber gesichert. Die vorhandenen Treppen werden wiederverwendet. Nach Einbau der Auskleidung werden sie wieder eingebaut, wobei evtl. kleinere Anpassungen notwendig sein werden.

#### **Grundsatz der statischen Dimensionierung**

Die grössten Belastungen für die Auskleidung liegen im Bodenbereich. Es ergeben sich folgende massgeblichen Betriebszustände:

- Normalbetrieb: Kammervollfüllung bis zum Überlauf.
- Unterhaltsarbeiten: Personenlasten bei leerer Kammer mit allfälligen Gerätschaften.

In beiden Szenarien werden Durchbiegungen der Edelstahlbleche in Kauf genommen, solange diese im elastischen Bereich verlaufen. Die Personenlasten führen in keinem Betriebszustand zu massgebenden Belastungen für die Dimensionierung.

### **4.2.2 Vorkehrungen zur Inspektion**

Die Wasserversorgung hat sich für eine Auskleidung aus Edelstahl mit Unterkonstruktion entschieden, damit die hinterliegende Bausubstanz optisch auf ihren Zustand überprüft werden kann. Des Weiteren kann über eine Grundentleerung festgestellt werden, ob die Edelstahlwanne dicht ist und ob von aussen kein Wasser ins Gebäude eindringt.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es nicht sinnvoll, eine vollumfängliche Inspizierbarkeit zu gewährleisten (grosse Zusatzkosten verursacht durch Notwendigkeit dickerer Edelstahlbleche). Es ist vorgesehen, Schadstellen möglichst eingrenzen zu können. Dies erfolgt durch eine Rasterung der Flächen (siehe nachstehende Skizze). Wobei die kritischsten Bereiche des Gebäudes (Arbeitsfugen) sämtlich zerstörungsfrei inspizierbar sind.

Für den Unterbau massgebend ist die Grösse der möglichen Einsatzgeräte zur Inspektion, wobei Grösse und Inspektionsmöglichkeiten (z.B. schwenkbare Kamera) gegensätzlich verlaufen. Es darf festgehalten werden, dass die Technologie sich wahrscheinlich im Verlaufe der Restnutzungsdauer des Bauwerkes weiterentwickeln wird, was zu vielfältigeren Möglichkeiten auch bei kompakteren Gerätschaften führen wird.

Die notwendigen Radien (>400 mm) und lichten Weiten für die Kamerainspektion müssen eingehalten werden. In der Bemessung des lichten Raumes hinter der Auskleidung und der Dimensionierung der Durchmesser der Inspektionsöffnungen wurde dies entsprechend berücksichtigt. Der lichte Raum der Unterkonstruktion wird an den Wänden auf mindestens 50 mm und am Boden auf mindestens 80 mm bemessen. Die in die Auskleidung eingelassenen Inspektionsöffnungen sind mit einem Durchgang von 50 mm und der Radieneinhaltung von >400 mm dimensioniert. Kernbohrungen im Rohrkeller werden mit einer Mindestnennweite von 100 mm erstellt. Wo zweckmässig kommen grössere Bohrungen zum Einsatz.

#### **Kammer 1 (gross)**

Die Zugänglichkeit am Boden wird über lediglich zwei Kernbohrungen vom Rohrkeller aus ermöglicht. Über ein abgewinkeltes Rohrstück mit Vorschubgestänge kann die zu untersuchende Bahn erreicht werden.

Die Wände werden über verschraubte Längsaussparungen in einer Abfalzung vor dem Deckenanschluss inspizierbar gemacht.

#### **Kammer 2 (klein)**

Die Zugänglichkeit am Boden wird über 3 Kernbohrungen vom Rohrkeller aus ermöglicht. Die Bahnen der Unterkonstruktion verlaufen längs zum Rohrkeller und sind direkt einsehbar. Der Entleerungssumpf wird deutlich verkleinert, damit die Inspektionsmöglichkeit mittig gegeben ist.

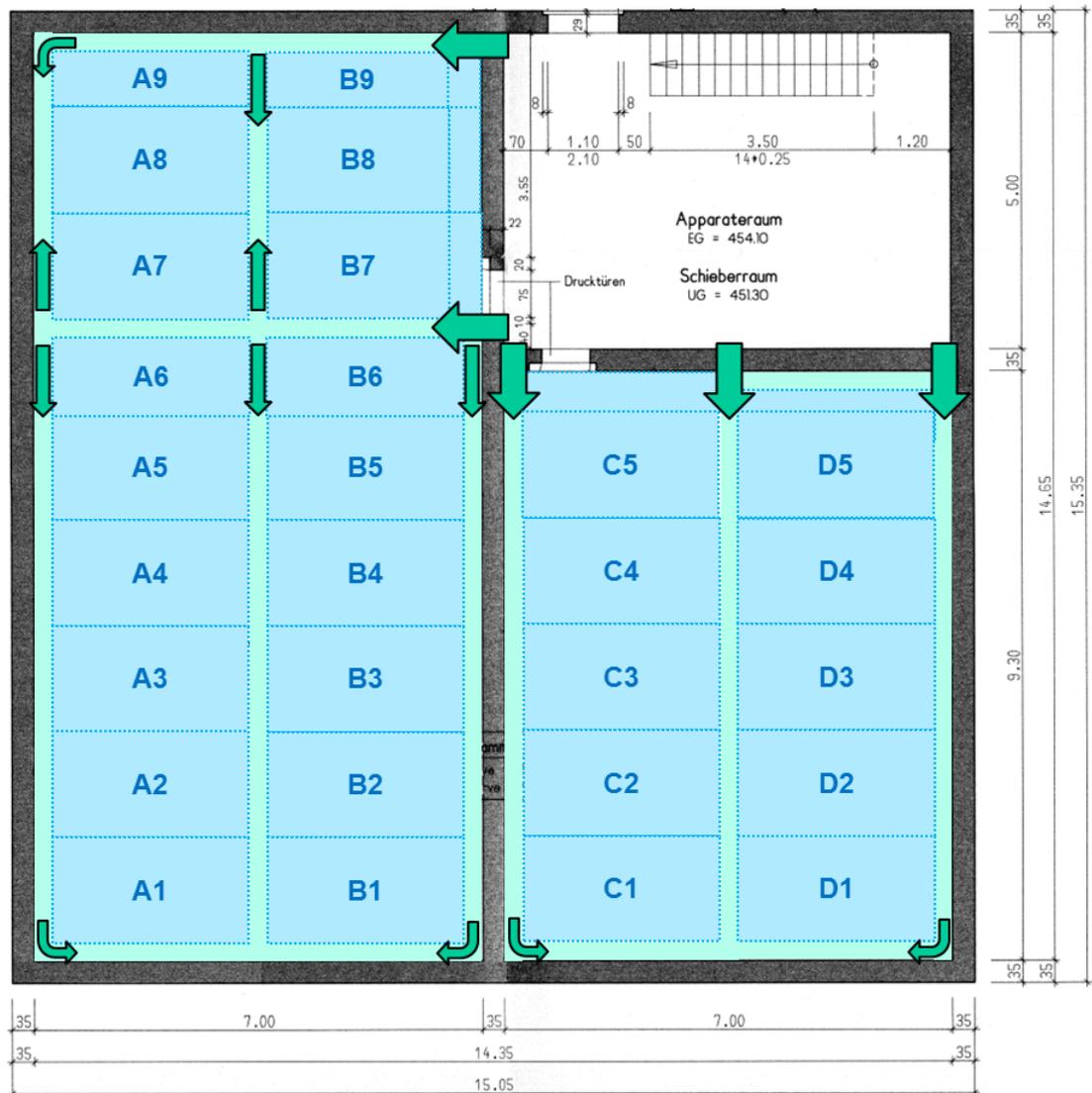
Die Wände werden über verschraubte Längsaussparungen in einer Abfalzung vor dem Deckenanschluss inspizierbar gemacht.

#### **Wände ohne Inspektionsöffnungen und Unterkonstruktion**

Die Wände zum Rohrkeller sind grundsätzlich von aussen optisch beurteilbar. Die Auskleidung kann in diesem Bereich grundsätzlich ohne Unterkonstruktion mit geringerer Materialstärke auf den Untergrund aufgebracht werden.

#### **Entleerung am Tiefpunkt**

Als Indikator für eine Undichtheit von Gebäude oder der Edelstahlwanne sind im Rohrkeller jeweils Grundentleerungen aus dem heutigen Kammerboden vorgesehen. Über eine Untersuchung der Wasserzusammensetzung kann meist ein Rückschluss gemacht werden, ob es sich um von aussen eingesickertes oder um Wasser aus dem Speicher handelt. Die Grundentleerungen sind stets geöffnet. Fällt permanent Wasser aus Kondensat an, wird das Wasser über einen Siphon der Kanalisation zugeführt (Anschluss bei Waschtrog und Adsorptionstrockner). Als Grundentleerung werden die heutigen Anschlüsse der Niveaumessung benutzt, da selbige an die neue Restentleerung gekoppelt werden.



**Inspektion:** Konzept der Inspektionsachsen am Boden (hellgrün = befahrbare Achsen, hellblau = Plattenraster)

## 4.3 Ausrüstung und Ausbau

### 4.3.1 Verrohrung und Armaturen

#### Löschbogen

Der Löschbogen und das Belüftungsrohr werden rückgebaut. Die Löschklappe ist bereits seit der Steuerungserneuerung nicht mehr in Betrieb. Um den Löschbogen ausbauen zu können, müssen beide Kammern vom Netz abgetrennt werden. Die Hochzone kann während dieser, ca. einen halben Tag dauernden Massnahme, nur im Pumpbetrieb versorgt werden. Das Pumpwerk im Reservoir Bromberg verfügt über keine Frequenzumformer (FU) und ist daher nicht über den Zonenverbrauch regelbar. In der Folge ist es vorgesehen, mindestens eine Pumpe permanent in Betrieb zu belassen und überschüssiges Wasser über das im Reservoir Fluh verfügbare Standrohr zu verwerfen. Der Verwurf kann in den Kanalisationsanschluss des Reservoirs geleitet werden (Schacht vor dem Gebäude).

#### Überlauf

Der Überlauf wird so umgebaut, dass künftig kein Luftaustausch zwischen den beiden Kammern mehr stattfindet. Das bestehende Rohr in der Trennwand wird nicht mehr genutzt. Einerseits wäre der Umbau im laufenden Betrieb aufwändig und andererseits besteht nach wie vor ein hygienisches Risiko, durch ein leersaugen der Siphons.

Der separate Anschluss der Rohre, während sich eine Kammer stets in Betrieb befindet, stellt die grösste Herausforderung dar. Der Ablauf gestaltet sich wie folgt:

- Kleine Kammer
  - Ausserbetriebnahme der kleinen Kammer
  - Verblenden der beiden Mauerdurchbrüche mit Blechen (verschraubt und Baukleber für die Luftdichtheit)
  - Einbau separater Überlauf gekoppelt an heutige Entleerung
  - Einbau neuer Entleerung versetzt
- Grosse Kammer
  - Ausserbetriebnahme der grossen Kammer
  - Vergiessen der beiden Aussparungen
  - Einbau separater Überlauf gekoppelt an heutige Entleerung
  - Einbau neuer Entleerung versetzt

Die maximale Förderleistung des Pumpwerks Bromberg beträgt 1'730 l/min. Die Möglichkeit diese Menge Wasser im schlimmsten Fall abführen zu können wird durch die zur Verfügungstellung zweier Überlaufmöglichkeiten verbessert.



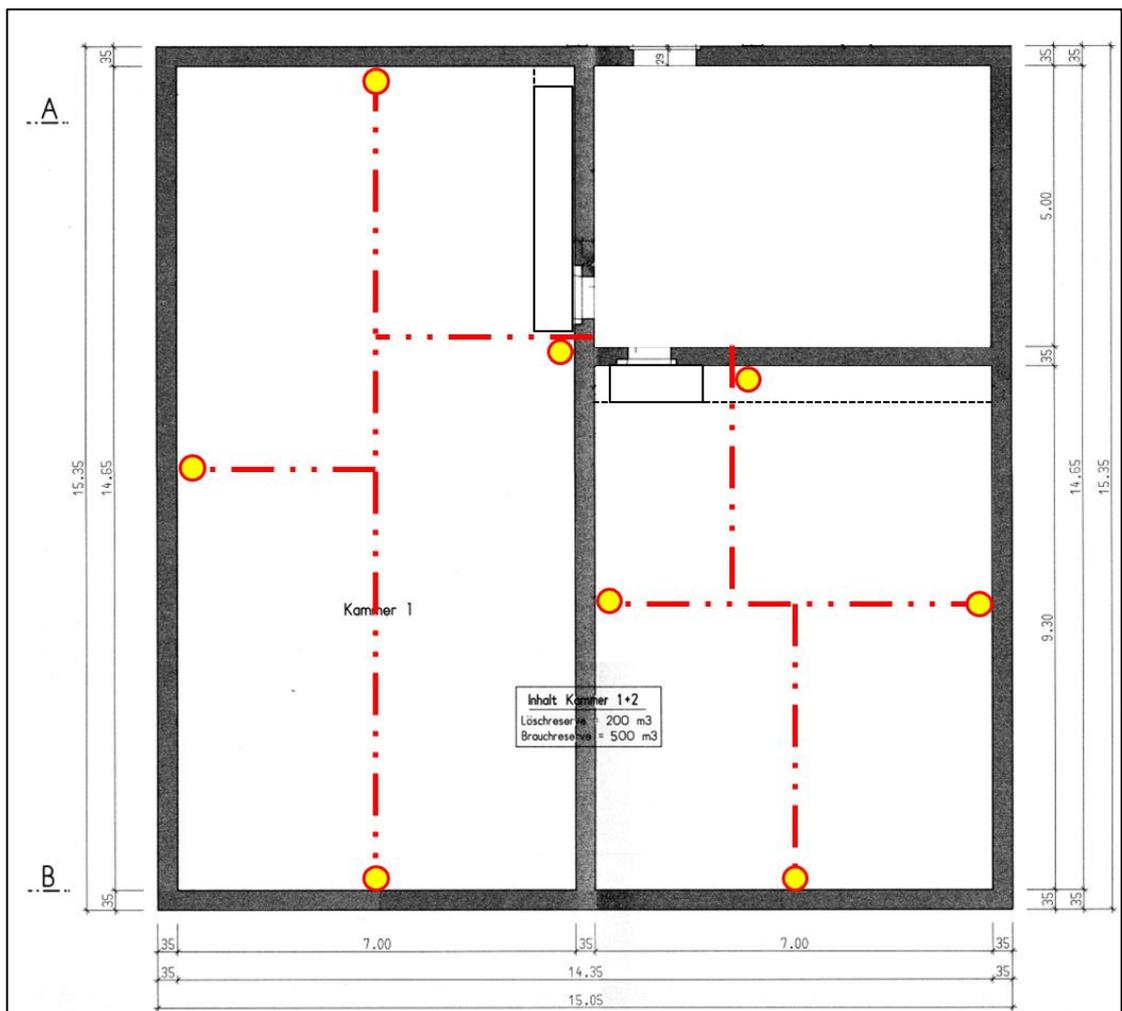
**Verrohrung:** Ausbau Löschbogen und neue Kammerüberläufe mit verschobener Entleerung (gelb = Rückbau, rot = Neubau)

### 4.3.2 Steuerungs- und Elektrotechnik

#### Kabel Beleuchtung

Die Kabel der Beleuchtung sollen künftig nicht mehr durch die Wände geführt werden, sondern in Kabelkanälen entlang der Gebäudedecke verlaufen. Die Kabel werden an der Leuchte (inkl. Dichtelement) und einzeln bis aus der Kammer geführt. Erst dort werden die Kabel in einer Dose zusammengeführt. Die Kabel der Leuchten werden komplett ersetzt.

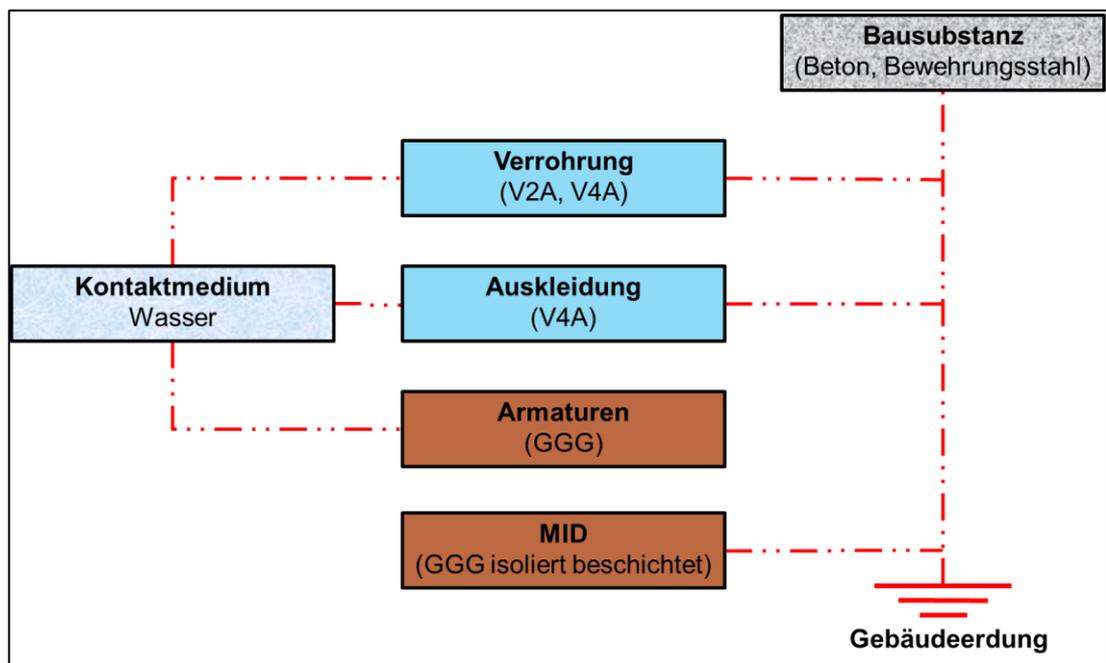
Optional kann für jede Lampe ein eigener Fehlerstromschalter vorgesehen werden, damit bei Ausfall einer Leuchte selbige nicht abgetrennt werden muss.



**Beleuchtung:** Platzierung der Leuchten und Verlauf Deckenkanäle

### Erdungskonzept

Der Einbau der Edelstahlauskleidung macht es notwendig, die Gebäudeerdung neu zu konzipieren. Kernpunkt des Erdungskonzepts ist es, den direkten Wasserkontakt zwischen der Bausubstanz und dem gespeicherten Wasser zu unterbinden, damit die Korrosionsprozesse gestoppt werden können. Durch den Einbau der Edelstahlwanne wird dies erreicht. Bausubstanz und Edelstahlbauteile können gemeinsam direkt geerdet werden (keine Elementbildung, da die Bausubstanz nicht mehr mit dem Wasser in Kontakt steht). Gussbauteile mit direktem Wasserkontakt müssen vom höherwertigen Edelstahl abgetrennt werden. Sämtliche Armaturen ohne Stromverbraucher werden mit Isolierhülsen ausgeführt und müssen nicht an die Erdung angeschlossen werden (Personenschutz gegeben). Einziges gusseisernes Bauteil mit Stromanschluss ist die Durchflussmessung. Diese ist innenseitig isolierend beschichtet und kann ohne Abgrenzeinheit zusammen mit den Edelstahlbauteilen und der Bausubstanz geerdet werden.



**Erdungskonzept:** Darstellung der Materialverbindungen im Gebäude

### 4.3.3 Be- und Entlüftung

Die Kammern werden mit separaten Luftfiltern ausgerüstet. Die Verrohrung nach den Luftfiltern wird geschweisst ausgeführt (z.B. PEX mit Trinkwassereignung). Die Wanddurchführungen auf die Edelstahlwannen werden direkt in Edelstahl ausgeführt und mit der Wanne verschweisst. In der Betriebswarte wird eine luftdichte Muffenverbindung zwischen den Materialien erstellt.

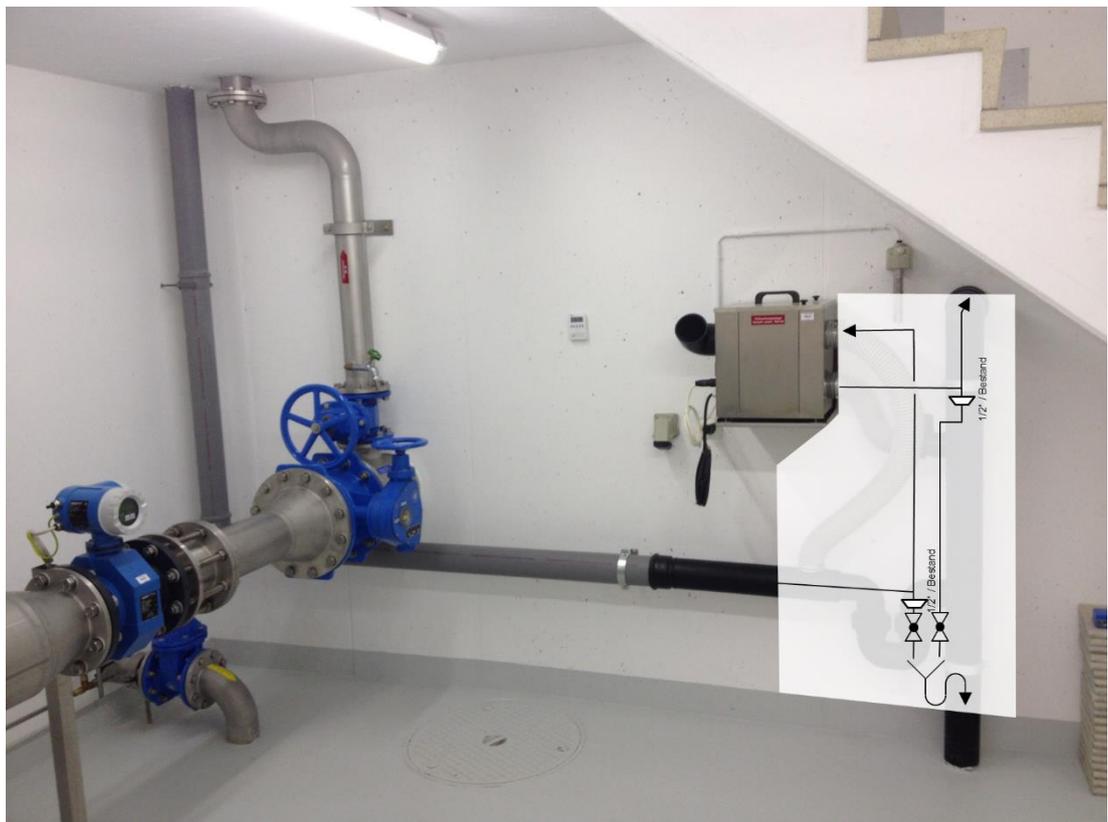
#### 4.3.4 Weitere Ausstattungen

##### Adsorptionslufttrockner

Die Verrohrung des Adsorptionslufttrockners muss angepasst werden. Folgende Probleme werden mit einer Anpassung behoben:

- Zweifache Direktverbindung mit der Kanalisation (am gleichen Strang wie die Feinfilter der Reservoirkammern)
- Vermeidung einer Umkehr des Luftstromes bei grossem Luftbedarf in den Reservoirkammern
- Erneuerung Abluftschacht auf dem Dach

Die Zuluft wird künftig über einen separaten Ansaugstutzen von aussen angesaugt (neue Mauerdurchführung und Abdeckgitter). Zuluft- und Feuchtluftanschlüsse werden am tiefsten Punkt mit kleinkalibrigen Schläuchen in ein Siphon geführt, welches am bestehenden Kanalisationsrohr angeschlossen wird. Der Abluftschacht auf dem Dach wird durch einen Luftschacht mit stirnseitigem Luftgitter ersetzt.



**Adsorptionstrockner:** Umbau Verrohrung im UG

##### Absturzsicherung

Die Absturzsicherung auf den Flügelmauern im Aussenbereich wurde zwischenzeitlich im Rahmen des permanenten Werterhalts neu erstellt.

## 5 PRÜFUNGEN / QUALITÄTSSICHERUNG

Prüfgrund	Prüfverfahren
Eignung der bestehenden Dünnbeschichtung für die Lastaufnahme der Unterkonstruktion. →Bei Nichterfüllung: im Bereich der Montage abschleifen	Haftzugversuche
Qualität der erstellten Schweissnähte überprüfen	Farbeindringprüfung (PT)
Dichtheit der erstellten Auskleidung	Dichtheitsprüfung nach SVGW W6
Prüfung der Keimfreiheit des Wassers nach Kammerdesinfektion	Bakteriologische Untersuchung des Wassers
Prüfung Trinkwasser auf Rückstände eingesetzter Stoffe (z.B. Fluoreszenz-Farbe der Farbeindringprüfung)	Chemische Untersuchung des Wassers auf spezifische Stoffe
Eignung der Materialien für den Trinkwassereinsatz	Zertifikate (SVGW, DVGW), nachweisbare Unbedenklichkeit, Trinkwasserkontakt vermeiden

## 6 BAUABLAUF

Der Bauablauf gestaltet sich wie folgt:

1. Vorbereitungsarbeiten
  - a. Erstellen autonomer Luftbezug Adsorptionstrockner
  - b. Einbau Luftfilter für Kammer 2
2. Ausserbetriebnahme der Kammer 2
3. Verblenden der Verbindungen in der Trennwand zur Kammer1
4. Verifikation Auskleidungssystem
  - a. Lieferung von Musterbauteilen
  - b. Besprechung vor Ort (System und Umsetzung Inspektionskonzept) für die definitive Freigabe der Vorfertigung
5. Vorbereitungsarbeiten
  - a. Erstellen der notwendigen Kernbohrungen
  - b. Aufkleben der Unterkonstruktion Wand
  - c. Freilegen Überlaufrohr und Einsetzen neuer Anschluss
  - d. Vorbereiten der notwendigen Anschlüsse (Be- und Entlüftung, Einlauf etc.)
  - e. Revision Beleuchtung und Montage Kabelkanäle an der Decke
6. Kammerauskleidung
  - a. Montage Deckenanschlussbleche
  - b. Anbringen und Verschweissen Wandbauteile
  - c. Erstellen Unterkonstruktion Boden
  - d. Montage Bleche und Schweissarbeiten am Boden
7. Rohrleitungsbau
  - a. Einbau Überlauf
  - b. Anschluss Be- und Entlüftung, Entleerung, Entnahme
8. Prüfung am Bauwerk
  - a. Prüfung der Schweissnähte
  - b. Dichtheitsprobe
9. Inbetriebnahme Kammer 2
  - a. Entleeren, Desinfizieren
  - b. Wasserprobe
  - c. Inbetriebnahme

10. Ausserbetriebnahme Kammer 1
11. Ausbau und Ersatz Löschbogen
12. Vorbereitungsarbeiten
  - a. Vergiessen der Aussparungen in der Trennwand
  - b. Erstellen der notwendigen Kernbohrungen
  - c. Aufkleben der Unterkonstruktion Wand
  - d. Vorbereiten der notwendigen Anschlüsse (Be- und Entlüftung, Einlauf etc.)
  - e. Revision Beleuchtung und Montage Kabelkanäle an der Decke
13. Kammerauskleidung
  - a. Montage Deckenanschlussbleche
  - b. Anbringen und Verschweissen Wandbauteile
  - c. Erstellen Unterkonstruktion Boden
  - d. Montage Bleche und Schweissarbeiten am Boden
14. Rohrleitungsbau
  - a. Einbau Überlauf
  - b. Anschluss Be- und Entlüftung, Entleerung, Entnahme
15. Prüfung am Bauwerk
  - a. Prüfung der Schweissnähte
  - b. Dichtheitsprobe
16. Inbetriebnahme Kammer 1
  - a. Entleeren, Desinfizieren
  - b. Wasserprobe
  - c. Inbetriebnahme
17. Abschlussarbeiten
  - a. Anpassung Verrohrung Adsorptionstrockner im UG
  - b. Entwässerung Grundentleerung erstellen
  - c. Lieferung Inspektionshilfsmittel und Test derselben

## 7 KOSTENVORANSCHLAG

Untenstehende Tabelle zeigt die Kostenschätzung für die Umsetzung des vorliegenden Projektes. Die Kostengenauigkeit beträgt 10%. Preisstand ist Januar 2017.

<b>Sanierung Reservoir Fluh - Kostenvoranschlag +/- 10%</b>	
<b>POSITION</b>	<b>KOSTEN [CHF]</b>
Baumeisterarbeiten (inkl. Anteil Montage Unterkonstruktion)	18'000.-
Schlosserarbeiten Edelstahl	247'000.-
Rohrleitungen und Armaturen	22'000.-
HLK und Sanitär	11'000.-
Elektroinstallationen	12'000.-
Diverses und Unvorhergesehenes (UVG) 10%	30'000.-
<b>Baukosten Total</b>	<b>340'000.-</b>
Honorare und Baunebenkosten exkl. Sanierungskonzept	40'000.-
<b>Projektkosten Total exkl. MwSt., gerundet</b>	<b>380'000.-</b>
MwSt. 8% und Rundung	30'000.-
<b>Projektkosten Total inkl. MwSt.</b>	<b>410'000.-</b>

Ein Anstieg der Anschaffungskosten für Edelstahl von 50% im Zeitraum bis zur Ausschreibung des Projektes würde Zusatzkosten von rund CHF 50'000.- auf die totalen Projektkosten verursachen.

## 8 WEITERES VORGEHEN UND TERMINPLAN

Der Projektverlauf bis zur Kreditsprechung wurde mit der Wasserversorgung im Vorfeld abgesprochen. Für das Gesamtprojekt empfehlen wir, nach untenstehendem Terminprogramm vorzugehen:

Sanierung Reservoir Fluh	Jahr		2017												2018				
	Quartal		1			2			3			4			1		2		
	Monat		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai
Ausarbeitung Bauprojekt																			
Kreditbeschluss an Gemeindeversammlung																			
Ausführungsprojekt und Submission																			
Realisierung																			
Projektabschluss und Dokumentation																			

Liestal, 13. Februar 2017

Verfasser: Pinkas Kopp

HOLINGER AG

Rainer Prüss  
Geschäftsbereichsleiter  
Wasserversorgung / Hydrogeologie

Pinkas Kopp  
Projektleiter