



ARA Gossau-Grüningen
Kanton Zürich

Umbau und Sanierung mechanische Reinigung und Regenbecken

Technischer Bericht

Objekt Nr. 8457.71
Zürich, 17. März 2014

HUNZIKER BETATECH

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: Mechanische Reinigung und Regenbecken
Sanierung oder Umbau

Teilprojekt: Bauprojekt

Erstelldatum: 7. August 2013

Letzte Änderung: 17. März 2014

Autor: Hunziker Betatech AG
Bellariastrasse 7
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch

Simone Bützer/ Michael Rostan
Koref. Fredy Danner/ Andreas Roth/ Alex Benz

Datei:

Q:\Projekte\8000-8400e\8457 ARA Gossau-Grünigen\8457.71 Erneuerung Zulauf, Rechen-4. Et\290 Berichte (490)\140225_b_ros.docx

Kurzbeschreibung

Die folgenden Erneuerungen im Jahr 2014 wurden im Massnahmenplan 2008-2015 definiert und beinhalteten eine neue Zulaufmessung, kleinere Werterhaltungs- und Sanierungsarbeiten an der Rechenanlage sowie einen umfangreichen Umbau des Sandfangs. Zusätzlich wurde ein Siebrechen zum Feststoffrückhalt am Überlauf und eine neue Beckenreinigung für das Regenbecken vorgesehen.

Die alte Rechenanlage war seit 1971 in Betrieb. Bei hohen Zulaufmengen kam es immer wieder zum Anspringen der Rechenumgehungen. Aus diesem Grund konnten Grobstoffe in die nachfolgenden Anlagenteile gelangen und verstopften Pumpen oder es kam zu Ablagerungen. Das Rechengebäude wurde komplett neu errichtet und hatte daher auch genügend Platz für die restlichen Aggregate der mechanischen Vorreinigung.



Neue Rechenanlage

Die neue Sandwäscheranlage reduziert den Anteil organischer Stoffe im Sand, wodurch dieser seither günstiger auf einer Inertstoffdeponie entsorgt werden kann. Vorher musste der Sand über die Kehrichtabfuhr entsorgt werden, wobei ein Container nicht schwerer als 500 kg sein durfte. Das erforderte stetige Aufmerksamkeit und viel Aufwand für das ARA Personal und führte zu zusätzlichen Kosten.



Sandfang



Neue Sandwäscheranlage

Kurzbeschreibung für Homepage, 20. November 2020, pro/bue

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Einführung	6
2.1	Ausgangslage, Massnahmenplan von 2008	6
2.2	Projektziele	7
3	Grundlagen	7
4	Gesamtsystem	7
5	Dimensionierungsgrundlagen	8
5.1	Trockenwetteranfall	8
5.2	Entlastungsmenge am Klärüberlauf	9
5.3	Zusammenstellung der Dimensionierungswerte	9
6	Rahmenbedingungen	10
6.1	Vorgaben AWEL	10
6.2	Betriebskommission	11
7	Abgrenzung/ Projektperimeter	11
8	Ist-Zustand der Verfahrensstufen	11
9	Baugrundverhältnisse	13
10	Hydraulik	14
10.1	Allgemein	14
10.2	Rückstau Zulaufkanal	14
11	Variantenstudium	16
11.1	Untersuchte Varianten	16
11.2	Bewertung	16
12	Projektumfang und -beschreibung	17
12.1	Grundsätze	17
12.2	Grobstoffrückhaltevorrichtung am RÜ	17
12.3	Regenbecken	17
12.4	Steinfang	18
12.5	Regulierschieber	18
12.6	Rechenanlage	19
12.7	Sandfang	19
12.8	Neues Rechengebäude	20
12.9	Verteilbauwerk	21
12.10	Durchflussmessung	21
12.11	Vorklärbecken	21
12.12	Schlamm Siebung	21
13	EMSRL-Konzept	21
13.1	Ausgangslage	21
13.2	Schaltwarte mechanische Reinigung im neuen Rechengebäude	22
13.3	Schaltgerätekombination	22
13.4	Elektroinstallationen	22
13.5	Messtechnik:	23



13.6	Automatisierungskonzept:	24
13.7	Stelltechnik:	25
13.8	Notstrom	25
13.9	Betriebsarten	25
14	HLKS-Konzept	26
15	Weitere Konzepte	26
15.1	Arbeitssicherheit	26
15.2	Ex-Schutzkonzept	26
15.3	Materialisierungskonzept	26
16	Weitere projektrelevante Aspekte	26
16.1	Nachbarschaft	26
16.2	UVP-Pflicht	27
16.3	Umweltaspekte	27
17	Provisorien und Bauablauf	27
18	Abweichungen zum Massnahmenplan 2008-2012	29
19	Kosten	30
19.1	Investitionskosten	30
19.2	Betriebskosten	30
20	Termine	31
21	Zusammenfassung / Schlussbetrachtung	31
21.1	Resultat	31
21.2	Empfehlung	31
22	Beilagen	32
23	Anhang	33
23.1	Detaillierter KV	33
23.2	Dimensionierung	36
23.3	Hydraulisches Längenprofil im Ist-Zustand	37
23.4	Steinfang	39

1 Zusammenfassung

Verschiedene Anlageteile der mechanischen Reinigungsstufe auf der ARA Gossau-Grüningen vom Zulauf der Anlage über das Regenbecken bis zur Vorklärung sind bereits seit dem Bau der ARA vor über 40 Jahren in Betrieb und haben ihre Lebenserwartung zu grossen Teilen erreicht. Dieser Erneuerungs- und Optimierungsbedarf der mechanischen Reinigungsstufe wurde im Rahmen des Massnahmenplans 2008-2015 thematisiert und ist in den Langzeitmassnahmenplan eingeflossen. Die Budgetierung der Massnahmen ist als 4. und letzte Etappe vorgesehen.

Der Ist-Zustand der mechanischen Reinigung der ARA Gossau-Grüningen wurde aufgenommen und untersucht. Der Vergleich zu einem optimalen Soll-Zustand zeigt, dass die bestehende mechanische Reinigungsstufe und der Zulaufbereich Schwachstellen aufweisen:

- am Regenüberlauf hat es kein Grobstoffrückhalt.
- es gibt keinen Rückhalt von Steinen vor dem Rechen.
- der Reglerschieber befindet sich in einem fortgeschrittenen Alter.
- die Rechenanlage ist alt und zeitweise hydraulisch überlastet.
- der Sandfang ist beim Maximalzufluss theoretisch überlastet.
- im Zulauf bzw. im Bereich der mechanischen Reinigung befindet sich keine funktionierende Durchflussmessung.

Im Zuge der Neudimensionierung und Sanierung der geplanten biologischen Reinigungsstufe wurden die Auslegungszulaufmengen neu festgelegt und fliessen aktualisiert in diese Projektierung ein.

Zur Behebung der oben aufgezeigten Schwachstellen wurden verschiedene mögliche Massnahmen analysiert. In einem ersten Schritt wurde ein Variantenstudium durchgeführt. Darin wurden neben der einfachen einstrassigen Sanierung der betreffenden Anlageteile und der Realisierung von einem Steinfang, eine Aufweitung auf eine zweistrassige Rechenanlage oder auch die Rechen-/Sandfangkompaktanlage der Huber Picatech AG überprüft.

Nach dem ersten Vergleich erwies sich die Rechen-/ Sandfangkompaktanlage als ideale Lösung für die ARA Gossau-Grüningen. Aufgrund der Auflage des Kantons, dass alle bestehenden Bauwerke im Grundwasserstrom zurückgebaut werden müssen und der daraus resultierenden sehr kostenintensiven Baumeisterarbeiten, musste diese Lösung neu überarbeitet werden.

Mit der abschliessenden Projektlösung wurde eine effiziente, ausgereifte Lösung gefunden:

- Das Regenbecken wird durch die neue Grobstoffrückhaltevorrichtung im Trennbauwerk von den Grobstoffen aus dem Kanal geschützt.
- Die Reinigung des Regenbeckens wird dadurch erleichtert.
- Vor dem neuen Rechengebäude wird ein Steinfang realisiert. Dieser verhindert, dass Steine die neue Rechenanlage blockieren können.
- Der bestehende veraltete Rechen wird durch einen neuen, effizienten Rechen ersetzt.
- Die Rechengutwaschpresse hat ihre Lebensdauer erreicht und muss ersetzt werden.

- Für die Reinigung des Primärschlammes ist eine Strainpress vorgesehen. Dieses Aggregat hilft Haare und grobe Stoffe aus dem Frischschlamm zu filtern wodurch Verzapfungen im Schlamm stark reduziert werden können.
- Am bestehenden, zweistrassigen Sandfang wird festgehalten.
- Die mineralischen Stoffe im Sandfang werden nicht mehr mit einem Saugräumer entfernt, sondern mit je einer Förderschnecke in den neu erstellten, einlaufseitigen Trichter gefördert. Der im Trichter gesammelte Sand wird mit einer Mammutpumpe dem Sandwäscher zugeführt.
- Im neuen Sandwäscher wird der Sand von der Organik befreit. Dies reduziert die Entsorgungskosten, da der Sand auf eine Inertdeponie gebracht werden kann und nicht verbrannt werden muss. Das Waschwasser aus dem Sandwäscher wird in den Zulauf VKB geleitet.
- Das bestehende Rechengebäude weist altersbedingte Schäden auf und hat für die neuen Aggregate zu wenig Platz. Daher wird das bestehende Rechengebäude abgebrochen und der Rechen, die Mammutpumpe, der Sandwäscher, die Strainpress und der neue Elektroraum in einem neuen grösseren Rechengebäude untergebracht.
- Diverse Kanalschützen nach dem Sandfang haben ihre Lebensdauer erreicht und müssen ersetzt werden.
- Im Kanal zwischen dem Verteilbauwerk und dem Vorklärbecken wird eine neue, zuverlässige Durchflussmessung installiert.

2 Einführung

2.1 Ausgangslage, Massnahmenplan von 2008

Die in die Jahre gekommenen Anlageteile der mechanischen Reinigungsstufe auf der ARA Gossau-Grüningen haben ihre Lebenserwartung erreicht. Die Sanierung und der Umbau der mechanischen Reinigungsstufe ist als 4. und letzte Etappe Bestandteil des Langzeitmassnahmenplans.

Im Massnahmenplan 2008-2015 vom Juni 2008 sind bereits Massnahmen zur Optimierung der mechanischen Reinigungsstufe vorgesehen:

- Neue Zulaufmessung
- Regenbecken: Anpassung Pumpensumpf für den Airjet
- Rechenanlage: kleinere Werterhaltungs- und Sanierungsarbeiten
- Sandfang: Umbau Sandfang für Fettabscheidung, Ersatz Sandfangräumer mit Silo und Fettabzug, evtl. automatisiert, Witterungsschutz (Überdachung) Sandcontainer, effizientere Belüftung
- Vorklärbecken: Ersatz Ausrüstung (Räumer, Schlammabzug), Beckenkronenheizung, Volumenreduktion

Im vorliegenden Projekt werden diese Massnahmen detailliert geprüft und mit dem Betrieb besprochen. Dabei haben sich einige Veränderungen gegenüber den 2008 geplanten Massnahmen ergeben. Die Übersichtstabelle im Kapitel 18 vergleicht das aktuelle Projekt mit dem Projekt gemäss Massnahmenplan 2008.



Die neuen Dimensionierungsmengen der biologischen Reinigungsstufe werden bei der Projekterarbeitung mechanische Reinigung berücksichtigt.

2.2 Projektziele

Der Ist-Zustand der bestehenden Anlagenteile der mechanischen Reinigung wird aufgenommen und analysiert. Durch den Vergleich des Ist-Zustands mit einem idealen Soll-Zustand, werden die Schwachstellen der bestehenden Anlage aufgezeigt und nötige Massnahmen erarbeitet.

Für die unterschiedlichen Ausführungsvarianten werden die Kosten grob abgeschätzt. Anhand des Kostenvergleichs unter den Varianten und mit dem Budget des Langzeitmassnahmenplans wird die Bestvariante ausgeschieden.

Die Bestvariante wird im Rahmen des Bauprojektes detailliert ausgeführt und der Kostenvoranschlag ausgearbeitet.

Die Projektierung erfolgt in Koordination mit den aktuell laufenden Projekten auf der ARA Gossau-Grüningen.

3 Grundlagen

- Betriebsdaten der Jahre 2010 – 2012
- Pläne der ausgeführten Bauwerke
- Hydraulisches Längenprofil der mechanischen Reinigungsstufe
- REGENENTLASTUNG, RECHEN, SANDFANG Vorprojekt Bau, Kostenschätzung Kocher AG, Oktober 2013
- Bauprojekt Sanierung Biologie, Technischer Bericht, Hunziker Betatech AG, August 2012
- Geologisch-geotechnische Beurteilung der punktuellen Standortsondierungen. Bericht Nr. 3.232 der Dr. Gübeli AG, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, St. Gallerstrasse 161, 8645 Jona vom 14.01.2010.
- Massnahmenplan 2008-2015, Hunziker Betatech AG, Juni 2008
- GEP Gemeinde Gossau, Basler und Hofmann AG, 2004
- Mechanische Abwasserreinigung, ATV-Handbuch, 4. Auflage 1997
- Besprechungen mit dem Betriebspersonal der ARA
- Konsultationen mit der Picatech Huber AG, Kriens

4 Gesamtsystem

Der Zulaufbereich mit der mechanischen Reinigung des Abwassers der ARA Gossau-Grüningen hat Schnittstellen zu verschiedenen anderen Teilbereichen. Die verschiedenen Teilbereiche können sich gegenseitig beeinflussen.

- Zulaufbereich / Mechanische Reinigung: Bereich von den Zulaufkanälen bis nach der Vorklärung:
 - Zulaufkanal
 - Regenüberlauf mit Regenüberlaufbecken

- Regulierringchieber
 - Rechenanlage mit Rechengutwaschpresse
 - Interne Rückläufe (Schlammwasser Filter, Überschussschlamm)
 - belüfteter Sandfang
 - Vorklärung
- VGEP: Die Bewirtschaftung des Kanalnetzes im Einzugsgebiet bei Regenwetterabfluss (Regenbecken, Hochwasserentlastungen) beeinflusst die Abwassermenge und -fracht, die auf die ARA gelangt und gereinigt werden muss.
 - Biologie: Durch den Grad der mechanischen Reinigung kann zu einem gewissen Mass gesteuert werden, wie viele Nährstoffe in der biologischen Reinigungsstufe verfügbar sind. Je nach Art der biologischen Reinigungsstufe werden gewisse Stoffe in grösseren oder kleineren Mengen benötigt.
 - Filter: Bei der Rückspülung des Filtermaterials fällt Schlammwasser an, das dem ARA-Zulauf wieder zugegeben wird und somit einen Einfluss auf den Zulaufbereich hat.

In verschiedenen dieser Teilbereiche stehen aktuell und in den nächsten Jahren Umbau- und Erweiterungsmassnahmen an.

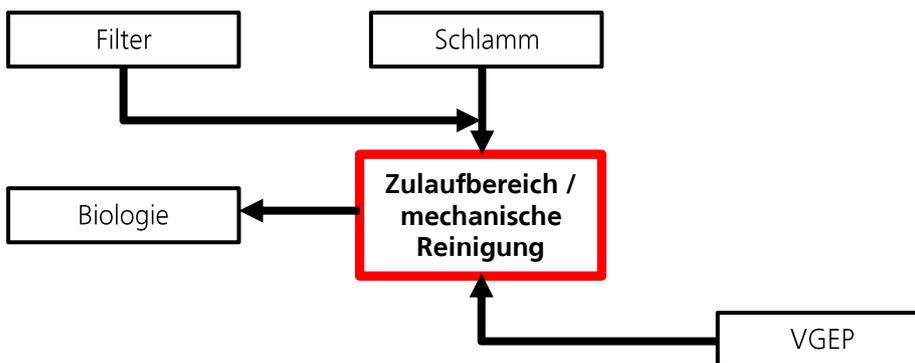


Abbildung 1: Schematische Darstellung verschiedener Teilbereiche, die den Zulaufbereich und die mechanische Reinigung beeinflussen, resp. von dieser beeinflusst werden.

5 Dimensionierungsgrundlagen

5.1 Trockenwetteranfall

Die Abwassermenge, die bei Trockenwetter maximal auf die ARA gelangt (Q_{TW}) ist eine entscheidende Grösse für die Auslegung einer Kläranlage im Gesamten und für die mechanische Reinigungsstufe im Speziellen. Kläranlagen werden üblicherweise auf die doppelte Trockenwettermenge ausgelegt ($2 Q_{TW}$).

Als Trockenwettertage gelten nur Tage, an welchen bis 2 Tage zuvor kein Niederschlag gefallen ist (Vorgehen gemäss AWEL). Die ARA Gossau-Grünigen verfügt über ein eigenes Regenmessgerät, welches die Anzahl Regen Tage bekannt gibt. Die daraus bestimmten Trockenwetterabflüsse sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

TW-Bestimmung über Niederschlagsmessung		2010	2011	2012	Mittelwert	bisherige Auslegungswerte
Trockenwetteranfall $Q_{TW}^{1)}$	m ³ /d	3585	2994	3313	3297	
Stundenteiler (Mittelwert) ²⁾	h/d	12.6	11.9	13.2	12.6	
Q_{TW} Tagesspitze ³⁾	l/s	79	69	70	73	76
2 Q_{TW}	l/s	158	140	152	146	152

- 1) Berechnung gemäss AWEL: 85%-Wert des Abflusses aller Trockenwettertage. Als Trockenwettertage gelten nur Tage, an welchen bis 2 Tage zuvor kein Niederschlag gefallen ist.
- 2) Verhältnis des maximalen Tagesanfalls und der Tages-Gesamtmenge bei Trockenwetter. Charakteristisch für Tagesgang des Abwasseranfalls. Median der Werte.
- 3) Spitzenanfall bei Trockenwetter.

Für die Sanierung der Biologie wurden die Betriebsdaten der Jahre 2008 bis 2010 ausgewertet. Dabei wurden folgende Werte ermittelt, die den Werten des Zeitraums 2010 bis 2012 recht ähnlich sind und exakt den bisherigen Auslegungswerten der ARA entsprechen:

- $Q_{TW} = 76$ l/s
- $2 Q_{TW} = 152$ l/s

Für die Neuauslegung der mechanischen Reinigungsstufe werden die gleichen Zulaufwerte wie für die Dimensionierung der Biologie verwendet.

Zwischen Rechen und Sandfang wird Schlammwasser aus der Filtrationsstufe zugegeben (11 l/s).

5.2 Entlastungsmenge am Klärüberlauf

Die Abwassermenge, die am Regenüberlauf entlastet wird, wird nicht gemessen und ist daher unbekannt. Diese Menge ist massgeblich für die Auslegung der Grobstoffrückhaltevorrückung am Klärüberlauf. Im GEP von 2004 wurde die am RÜB ARA in das Gewässer entlastete Menge auf 809 l/s berechnet. Zur Sicherheit wird die Grobstoffrückhaltevorrückung auf eine Durchflussmenge von 850 l/s ausgelegt. Diese Menge wird vom AWEL, Kanalnetz bestätigt (siehe Kapitel 6.1).

5.3 Zusammenstellung der Dimensionierungswerte

Anlagenteil	Bemessungszufluss
Grobstoffrückhaltevorrückung am RÜ	$Q_{KÜ} = 850$ l/s
Regulierschieber	$Q = 0 \dots 152$ l/s
Rechenanlage	$2 Q_{TW} + 5 - 10 \% \approx 165$ l/s
Sandfang	$Q_{TW} + \text{Rückläufe} = 87$ l/s $2 Q_{TW} + \text{Rückläufe} = 163$ l/s
Vorklärbecken	$Q_{TW} + \text{Rückläufe} = 87$ l/s

6 Rahmenbedingungen

6.1 Vorgaben AWEL

Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, Abteilung ARA macht keine Systemvorgaben für die mechanische Reinigung und verlangt für die ARA Gossau-Grüningen keine zweistrassige Ausführung von Rechen und Sandfang. Für die Sicherstellung des Betriebs bei Störfällen ist für einstrassige Verfahrensstufen ist eine Umfahrung der Anlage vorzusehen.

Bei einer dauerhaften Ausserbetriebnahme des bestehenden Sandfanges muss dieser aus Gründen des Grundwasserschutzes vollständig zurückgebaut werden.

Die Grobstoffrückhaltevorrückung (auch Siebrechen) am Trennbauwerk ist auf eine Entlastungsmenge von 815 bis 850 l/s auszulegen. Diese Durchlaufmenge muss immer bewältigt werden können. Der Siebrechen sollte bei Normalbetrieb an der Überfallkante des Trennbauwerkes nicht überströmt werden. Eine Not-Überspülung des Siebrechens darf nicht zu einem Schaden führen. Spezielle Betriebszustände (z.B. Stromausfall) welche zu einem überspülen des Rechens mit einer grösseren Abwassermenge führen könnten, sind in der Projektierung zu berücksichtigen. Das AWEL macht auch keine Systemvorgaben zum Rückhalt der Grobstoffe.

Der heutige Notüberlauf ist grundsätzlich nicht nötig, wenn die Entlastungsmenge von 850 l/s über das Regenbecken gewährt werden kann. Ein Rückstau in das Leitungsnetz muss zwingend verhindert werden.

Das Regenbecken muss auch in Zukunft ein Volumen von 250 m³ aufweisen. Im Falle einer Havarie im Einzugsgebiet kann das Regenbecken zum Rückhalt kontaminierten Abwassers verwendet werden. Eine Dichtigkeitsprüfung des Regenbeckens ist nicht erforderlich, da es heute im Grundwasser steht.

Die Regelung des Zulaufschiebers soll über die neue Durchflussmessung erfolgen. Ein allfälliger Ausfall des Zulaufschiebers, z.B aufgrund eines Wellenbruches wird über den Vergleich der Messwerte der Niveaumessungen im Regenbecken und der Durchflussmessung detektiert.

Im Idealfall sieht das AWEL ein zweistrassiges Vorklärbecken. Basierend auf der heutigen Bausubstanz wäre dies jedoch unverhältnismässig.

Die Bauprovisorien sind im Detail zu planen und mit dem AWEL zu besprechen. Folgende Bedingungen gelten für die Provisorien:

- Die Entlastung der 810 l/s (Kap 5.2) muss immer gewährleistet werden, auch während der Bauphase.
- Die provisorischen Pumpen müssen 2 Q_{TW} (152 l/s) fördern können (idealerweise sind 4*40 l/s zu installieren). 1.5 Q_{TW} sind nur in Ausnahmefällen möglich.
- Das Niveau im Regenbecken ist so hoch wie nötig, aber so tief wie möglich zu halten, damit ein Regenrückhalt gewährleistet werden kann. Die Pumpen müssen jedoch fördern können.
- Die provisorische Steuerung/ der Steuerschrank ist abschliessbar und mit Alarmierung zu realisieren. Die Funktionalität der Pumpen ist immer zu gewährleisten.
- Eine Drosselung/ frühzeitige Entlastung der Wassermenge im Netz ist gemäss AWEL denkbar.

Die aktuelle kantonale Baubewilligung – eingegeben mit der ersten Etappe GU Filter und Gasspeicher - muss im Rahmen einer Projektänderung erneuert werden. Dafür müssen die Amtsstellen Lufthygiene, Grundwasser, ARA und Kanalnetz durchlaufen werden. Diese Projektänderung muss via Gemeinde bei der Leitstelle für Baubewilligungen eingereicht werden.

6.2 Betriebskommission

Resultierend aus dem Variantenstudium (Kapitel 11) wurde am 18. Oktober 2013 mit dem Bauherrn (Vorbesprechung ARAK) der Grundsatzentscheid mit folgenden Bedingungen gefällt:

- Einstrassige Anlage -> 1:1 Ersatz und keine Erweiterung der Anlage
- Bestimmte Aggregate etwas überdimensionieren, damit mehr Reserven vorhanden sind
- möglichst grosse Kostensicherheit
- Kosten im vorgegebenen Kostenrahmen

Basierend diesem Grundsatz entschied wurde die Variante (1b) – einstrassige Kompaktanlage ausgearbeitet. Diese liegt aufgrund der baulichen Massnahmen unter dem Grundwasserspiegel und damit deutlich über dem vorgegebenen Kostenrahmen gemäss dem Langzeitmassnahmenplan.

Aus einer erneuten Betrachtungsweise resultiert das hier ausgearbeitete Projekt, welches alle Bedingungen des Grundsatzentscheides berücksichtigt.

7 Abgrenzung/ Projektperimeter

Das Bauprojekt mechanische Reinigung fokussiert sich auf den Zulaufbereich der ARA Gossau-Grüningen und umfasst folgende Verfahrensstufen: Zulaufkanal, Trennbauwerk, Regenbecken, Regulischieber, Rechenanlage, Sandfang, Zulaufmessungen und Vorklärbecken.

Der Projektperimeter ist in der Projektübersicht in der Beilage dargestellt.

8 Ist-Zustand der Verfahrensstufen

Das derzeitige Fließschema der ARA ist in Abbildung 2 dargestellt.

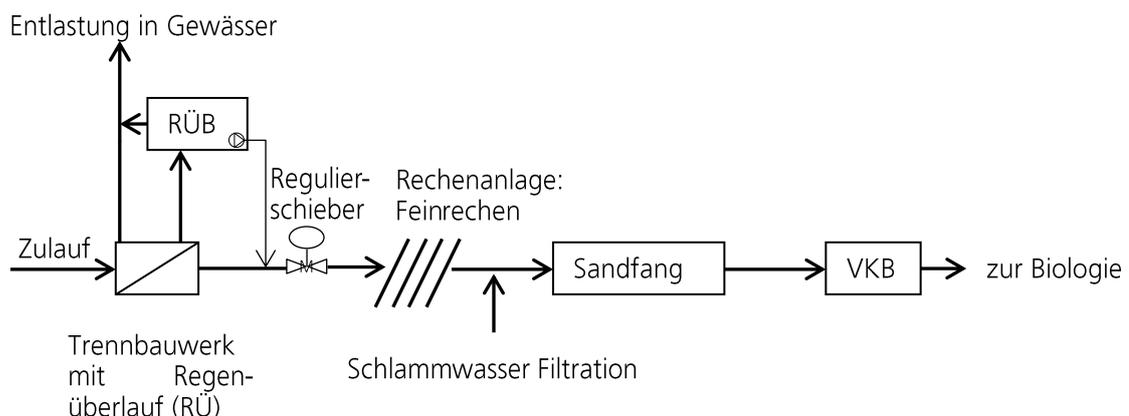


Abbildung 2: Fließschema der mechanischen Reinigungsstufe

Das Abwasser fließt über den Zulaufkanal in die Kläranlage. Bei Regenereignissen (Wassermenge >152 l/s) entlastet das Wasser beim *Trennbauwerk* in den *Regenüberlauf*. Das Wasser fließt in dieser Situation über den Klärüberlauf zum Regenüberlaufbecken oder in Notfällen über den Notüberlauf.

Aufgrund der fehlenden Einrichtung zum Grobstoffrückhalt am Regenüberlauf gelangen bei Entlastungsereignissen Toilettenpapier u.ä. in den Vorfluter oder in das Regenbecken.

Die hinter dem anschliessenden Regulierschieber befindliche *Rechenanlage* (Stababstand 6 mm) ist seit dem Bau der ARA im Jahr 1971 in Betrieb und einstrassig ausgeführt. Bei hohen Zulaufmengen kommt es immer wieder zum Anspringen der Rechenumgehung. Aus diesem Grund kommt es in der Schlammbehandlung immer wieder zu Betriebsproblemen durch eingetragene Grobstoffe (Verstopfung von Pumpen, Verzopfungen im Faulturm). Zudem führen Steine gelegentlich zu Störungen im Rechenbetrieb.

Der *Sandfang* befindet sich im Freien direkt hinter dem Rechengebäude. Er ist als zweistrassiger Längssandfang ausgebildet. Der Sand wird ungewaschen in eine Mulde gegeben und muss aufgrund des hohen Organikanteils zu verhältnismässig hohen Kosten entsorgt werden. Der bestehende Sandfang ist gemäss Nachberechnung (Anhang 23.2, trapezförmiger Fliessquerschnitt berücksichtigt) im Trockenwetterfall verfahrenstechnisch ausreichend. Bei Q_{max} hingegen werden die minimale Aufenthaltszeit sowie die maximale Oberflächenbeschickung etwas unter- bzw. überschritten. Die Nachberechnung basiert auf der Annahme, dass beide Sandfangstrassen in Betrieb sind. Im Normalbetrieb wird heute jedoch einstrassig gefahren.

Die bestehenden Belüftungseinrichtungen des Sandfanges wurden mit dem Ersatz der Gebläse überprüft. Räumler und Pumpen sind erneuerungs- bzw. ersatzbedürftig.

Die entfernte Sandmenge liegt mit ca. 1.8 kg/E/a deutlich unter allgemeinen Erfahrungswerten (z.B. 6.5 l/E/a nach ATV-DVWK-M 369). Dies kann auf die Überlastung des Sandfanges bei einstrassigem Betrieb oder auf eine geringe Sandfracht im Zulauf zurückgeführt werden. Bisher sind im nachfolgenden ARA Betrieb keine Sand-Probleme aufgetreten (z.B. Sand im Faulturm, übermässige Abrasion in Schlammleitungen). Daher wird an der bestehenden Sandfanggrösse festgehalten. Es wird jedoch empfohlen, künftig zumindest versuchsweise den Sandfang zweistrassig zu fahren, um festzustellen, ob mehr Sand über den Sandfang abgeschieden werden kann.

Das heutige Sand-Handling ist sehr kompliziert und erfordert ständige Aufmerksamkeit des Betriebspersonals. Durch die Entsorgung über die Kehrtafel darf der Container nicht mehr als 500 kg wiegen. Bei höherem Sandanfall muss dieses Maximalgewicht teilweise von Hand justiert werden. Das händische Umfüllen des organikreichen ungewaschenen Sandes, der auch pathogene Keime und Pilze enthalten kann, ist unhygienisch und muss verhindert werden.

Die *Vorklärung* ist einstrassig als radial durchströmtes Rundbecken ausgeführt. Zwischen Sandfang und Vorklärbecken wird der Überschussschlamm zugegeben. Das Vorklärbecken dient somit auch der Überschussschlammverdickung. Der aus der Vorklärung abgezogene Schlamm wird ohne Schlammsiebung der anaeroben Schlammstabilisierung zugeführt.

Gemäss Berechnung des Vorklärbeckens (Tabelle 2 im Anhang 23.2) mit den neu festgelegten Dimensionierungszuflüssen ist dieses bezüglich Volumen und Oberfläche zu gross. Dies kann eine hohe Abscheidung an partikulärem organischem Kohlenstoff und damit eine Reduktion der Denitrifikationsleistung der biologischen Reinigungsstufe zur Folge haben. Da die ARA kein Nitrat eliminieren muss und im Betrieb keine Probleme mit zu niedriger Säurekapazität bzw. zu niedrigen pH-Werten auftreten, sind an der Vorklärung keine Massnahmen notwendig oder sinnvoll.

Eine Reduktion des Volumens wäre zu kostenintensiv. Weitere Massnahmen, wie die Revision der Räumereinrichtung sind Bestandteil des Projektes ‚Werterhaltung 2014‘. Die Betonsanierung der Krone ist bereits erfolgt.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die anstehenden Massnahmen aus verfahrenstechnischer oder baulicher Sicht.

	verfahrenstechnisch	baulich
Regenbecken	--	Beton sanierungsbedürftig
Trennbauwerk mit Regenüberlauf	fehlender Grobstoffrückhalt	in gutem Zustand
Steinfang	nicht vorhanden	--
Regulierschieber	in Ordnung	erneuerungsbedürftig
Rechenanlage	bei hohen Zulaufmengen hydraulisch überlastet. Schlechter Grobstoffrückhalt.	erneuerungsbedürftig
Sandfang	eher unterdimensioniert, aber keine Betriebsprobleme durch Sand im Schlamm. Kein Handlungsbedarf.	in Ordnung, allenfalls Räumern sanierungsbedürftig
Zulaufkanal VKB	Durchflussmessung fehlt	--
VKB	überdimensioniert, aber ohne negative Folgen. Kein Handlungsbedarf.	Betonsanierung der Korne Sanierung der Räumern (Massnahmen bereits eingeleitet oder getätigt)

9 Baugrundverhältnisse

Der geologische Bericht der Dr. Gübeli AG, Jona, 14. Oktober 2010 gibt Aufschluss über die Grundwasserhältnisse und den Baugrund auf dem Areal der ARA Gossau-Grüningen.

Der Grundwasserspiegel liegt gemäss Grundwasserkarte im Mittel bei 443 m ü M. Der Baugrund besteht aus Schottern guter Durchlässigkeit (spätglaziale Staubeckenablagerungen, maximale Durchlässigkeit: $10^{-3} \text{ m/s} > k > 10^{-4} \text{ m/s}$). Ab ca. 441.9 m ü M wurde die Oberfläche der Molasse festgestellt.

Aus den Messwerten der Geologisch-geotechnische Beurteilung resultiert, dass für langandauernde Bauten unter einer Kote von 444.43 m ü M eine Grundwasserabsenkung unabdingbar ist. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit des Baugrunds drängt sich die Errichtung eines Filterbrunnens auf (im Bereich der hohen Durchlässigkeiten, welche die Schotter aufweisen, sind Vakuumanlagen [Well-Point-Anlagen] wenig geeignet).

Die Erfahrungen aus der 1. Etappe fliessen in die Detailprojektierung ein.

10 Hydraulik

10.1 Allgemein

Das heute bestehende hydraulische Konzept wird in Zukunft nicht verändert. Die einzelnen Anlageteile und ihre entsprechenden Sohlhöhen werden beibehalten. Im Zulaufkanal zur ARA, im Trennbauwerk und vor dem neuen Rechen werden sich die Rückstauverhältnisse nicht verändern. Der ganze Zulaufbereich (Trennbauwerk, Steinfang, Rechen und Sandfang) wird hydraulisch von der Überfallkante der Vorklärung rückgestaut. Dabei ist die Sohlenkote des Rechens ca. auf gleicher Höhe wie die Überfallkante der Vorklärung (445.66 m.ü.M).

- QTW = 76 l/s
- QRW = 152 l/s

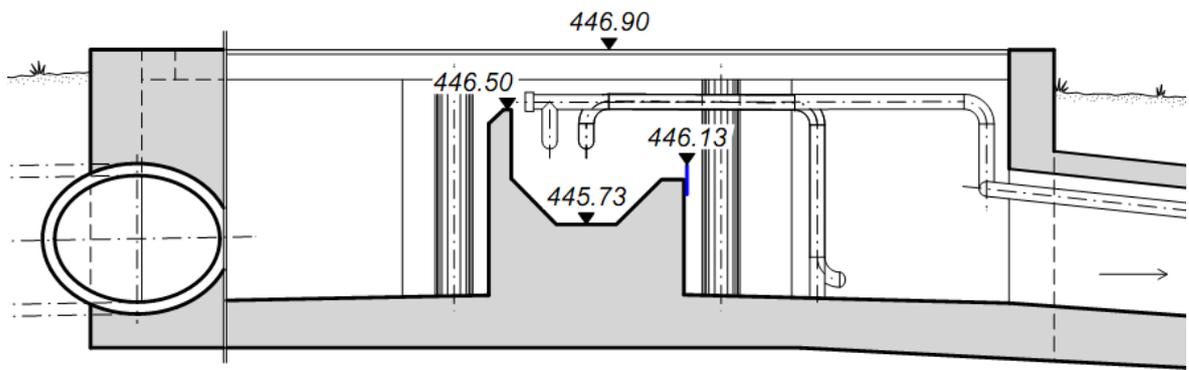


Abbildung 3 Schnitt Trennbauwerk im Ist-Zustand

Das hydraulische Längenprofil ist im Anhang 23.3 abgebildet.

10.2 Rückstau Zulaufkanal

Da im Trennbauwerk keine Änderungen vorgenommen werden (die aktive Überfallkante eines neu eingebauten Siebrechens soll nicht höher liegen als im Ist-Zustand von 446.13 m.ü.M) verändert sich der Rückstau im Zulaufkanal zur ARA nicht. Gemäss Auszug Kataster sind vor der ARA Pumpleitungen angeschlossen. Ein Rückstau in Keller oder Gebäude ist daher nicht möglich. Bei allfälligen Änderungen mit erhöhtem Einfluss auf den Rückstau ist die Rückstausituation jedoch genauer zu überprüfen.

11 Variantenstudium

11.1 Untersuchte Varianten

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, wie die mechanische Reinigungsstufe der ARA Gossau-Grüningen saniert bzw. umgebaut werden kann. Vier unterschiedliche Varianten werden im Nachfolgenden vorgestellt.

- Variante 1: Rechen-/Sandfangkompaktanlage
Die bestehende Rechenanlage und der Sandfang werden als eine Rechen-/Sandfangkompaktanlage mit vorgeschaltetem Steinfang ausgeführt. Die Anlage wird so ausgelegt, dass bei Regenwetter sicher ausreichende Kapazität vorhanden ist.
- Variante 2: Neuer Steinfang und neue Rechenanlage, einstrassig
Im Zulauf zur ARA, im Bereich des Regenüberlaufes wird ein Steinfang eingebaut. Die bestehende Rechenanlage wird ersetzt. Der bestehende Sandfang wird baulich nicht verändert, lediglich an Räumern und Pumpen werden Werterhaltungsmassnahmen durchgeführt. Die Gebläse wurden erst kürzlich ersetzt. Je nach Bauart des Steinfangs ist allenfalls ein Bypass um den Steinfang zweckmässig.
- Variante 3: Neuer Steinfang und neue Rechenanlage, zweistrassig
Wie bei Variante 2 werden lediglich Steinfang und Rechen neu gebaut bzw. ersetzt. Zusätzlich wird eine zweite Steinfang-Rechenstrasse neben der bestehenden gebaut. Dies erfordert bauliche Anpassungen in Trennbauwerk und Rechengebäude.
- Variante 4: Neuer Steinfang, einstrassig und neue Rechenanlage, zweistrassig
Wie bei Variante 3 wird die Rechenanlage 2-strassig ausgeführt, der Steinfang bleibt jedoch einstrassig im Bereich des Trennbauwerkes. Auch hier sind grössere Anpassungen insbesondere im Rechengebäude notwendig.

11.2 Bewertung

Die Variante 2 stellt dabei die Minimalvariante dar, bei der nur die nötigsten Massnahmen zur Sicherstellung des Betriebs umgesetzt werden. Es können mit dieser Variante nicht alle Schwachstellen eliminiert werden.

Die Variante 3 stellt eine weitergehende Lösung dar, bei der insbesondere eine höhere Betriebssicherheit bei der Grobstoffentfernung erreicht wird. Diese Variante ist mit einem höheren baulichen Aufwand verbunden. Und ist aufgrund der Erweiterung der Rechenanlage auf zwei Strassen gemäss Kapitel 6.2 nicht zulässig.

Die Variante 1 bietet durch die Kompaktausführung eine integrierte und nachhaltige Lösung, bei der die einzelnen Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind. Diese Lösung entwickelt sich aus Sicht von Planer und Betriebskommission als die beste Lösung. Allerdings sind mit dieser Variante erhebliche bauliche Massnahmen – u.a. die Forderungen des Kantons, dass der bestehende Sandfang rückgebaut werden müsste - verbunden. Dies sprengt den vorgegebenen Kostenrahmen.

Im Rahmen der Variantendiskussion wurde festgestellt, dass sämtliche Varianten, die vor allem aus Anpassungen der vorhandenen Baustruktur bestehen (Varianten 2,3 und 4) wenig Kostensicherheit bieten und keine ganzheitlichen Lösungsansätze sind. Das Variantenstudium erfolgte vor dem Grundsatzentscheid vom 18. Oktober 2013. Die Erkenntnisse aus dem Variantenstudium bilden eine gute Basis für das effektive Projekt.

12 Projektumfang und -beschreibung

12.1 Grundsätze

Das Projekt wird basierend auf den Vorgaben der Betriebskommission (Kapitel 6.2) und dem Masterplan 2008 -2015 erarbeitet. Es wird keine Erweiterung der Anlage vorgenommen und das Gesamtprojekt umfasst langfristige, ganzheitliche Lösungen mit Sicherheiten bei den Aggregaten. Die Kosten liegen jedoch etwas über dem Bereich des 2008 gesprochenen Gesamtkostenrahmens.

Die Massnahmen werden auf dem aktuellsten Stand der Technik und im Rahmen des Gesamtprojektes erarbeitet. Wo möglich werden bestehender Anlagenteile weiterverwendet.

Der Neubau eines Steinfanges ist Bestandteil des Projektes.

12.2 Grobstoffrückhaltevorrichtung am RÜ

Zum Rückhalt von Grobstoffen an Regenüberläufen werden von unterschiedlichen Herstellern verschiedene Produkte angeboten. Massgebend für die Wahl der Grobstoffrückhaltevorrichtung sind die Art des Grobstoffrückhaltes, die Rechenreinigung und die Montagart mit der Überfallhöhe.

Die Grobstoffrückhaltevorrichtung wird in das bestehende Trennbauwerk auf die Überlaufrinne zum Regenbecken installiert. Sie ist auf die maximale Kapazität von 850 l/s ausgelegt.

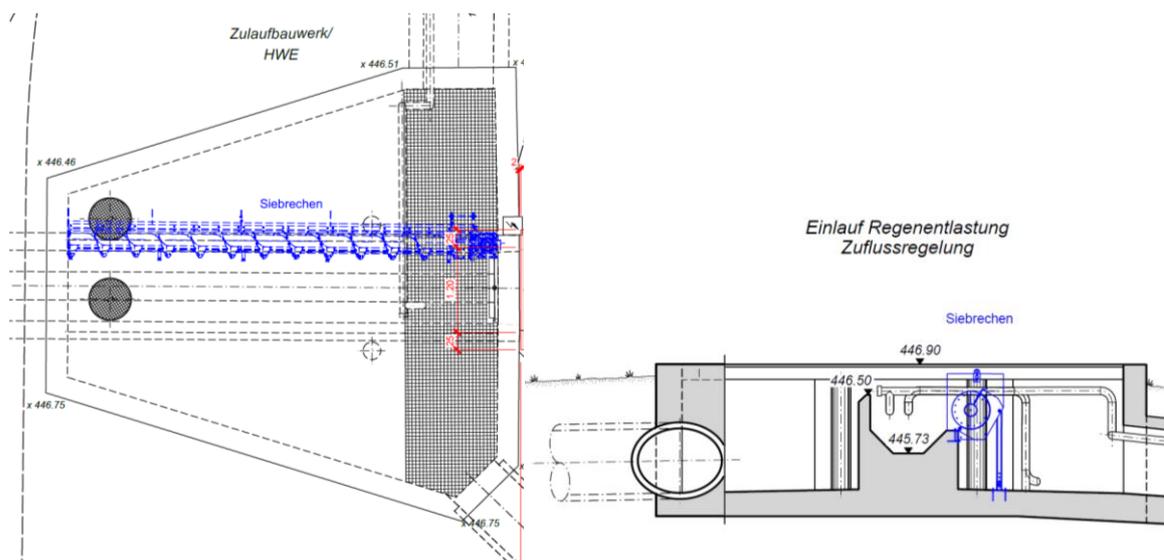


Abbildung 5: Einbau des Siebrechens in das bestehende Trennbauwerk (Dargestellt: Unternehmerlösung Picatech Huber AG)

Die bestehende Überfallkante weist eine Höhe von 446.13 auf. Im Falle einer Verstopfung des Siebrechens kann über die Notentlastung mit der Höhe von 446.50 m ü M die maximale Wassermenge von 850 l/s entlastet werden.

12.3 Regenbecken

Entgegen dem Massnahmenplan 2008-2015 konnte vom Betrieb bestätigt werden, dass das heutige System mit dem Air-Jet und der Entleerungspumpe in demselben Schacht funktioniert. Mit der Installation der Grobstoffrückhaltevorrichtung im Trennbauwerk wird die Verschmutzung des

Regenbeckens reduziert. Aus diesen Gründen wird am heutigen System beibehalten und kein neuer Schacht geplant.

Die Betonsanierungen des Regenbeckens, sowie der Ersatz der Geländer sind Bestandteil des Projektes.

12.4 Steinfang

Unmittelbar nach dem Reglerschieber und vor dem neuen Rechengebäude wird ein Steinfang gebaut, um das aktuelle Problem des durch Steine blockierten Rechens zu beheben.

Der Steinfang wird so dimensioniert, dass die organischen Stoffe über eine Wasserwalze aus den abgelagerten Steinen getragen werden können. Zusätzlich wird für die Auswaschung des organischen Materials eine Reinigung mit einer Brauchwasserspüleleitung am Ende des Steinfanges vorgesehen. Auf eine Belüftung des Steinfanges wird verzichtet.

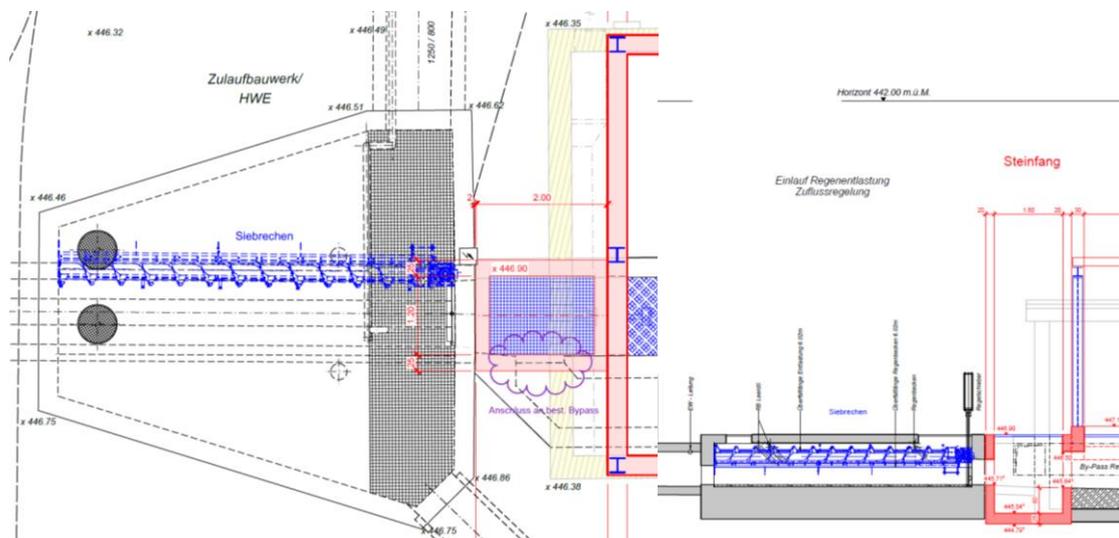


Abbildung 6: Realisierung des Steinfangs unmittelbar nach dem Reglerschieber und vor dem neuen Rechengebäude.

Im Projekt berücksichtigt ist ein Steinfang von 1.6 m, die neuste Erkenntnisse zeigen, dass der Steinfang mit einer Länge von 0.6 m ideal funktioniert (Anhang 23.4). Die Länge des Steinfangs wird im Rahmen des Detailprojektes abschliessen definiert.

Es werden heute die unterschiedlichsten Lösungen für die Entleerung der Steinfänge angeboten. Bewährt hat sich gemäss Erfahrung Hunziker Betatech AG die Reinigung des Steinfanges mit einem Saugwagen. Ein Kran oder ein Korb sind mit grossen betrieblichen Aufwendungen verbunden und wird daher nicht empfohlen.

12.5 Reglerschieber

Der bestehende pneumatische Reglerschieber wird durch einen neuen Reglerschieber auf dem Stand der Technik ersetzt.

Der Reglerschieber wird über die neue Zulaufmessung geregelt. Die Funktion des Reglerschiebers wird die Niveaumessungen im Regenbecken verifiziert.

12.6 Rechenanlage

Auf diversen kleinen bis mittleren Kläranlagen führt bei Starkregen der Schmutzstoss zur Überlastung des Rechen. Grobes Schwemmgut verstopft den Rechen. Mit einem geringeren Stababstand erhöht sich die Gefahr einer hydraulischen Überlastung und einer Überflutung des Rechengerinnes. Für die Auswahl des Rechen-typs werden daher neben dem Dimensionierungszufluss auch die Betriebserfahrungen bezüglich Schmutzstössen berücksichtigt.

Für die Verhältnisse auf der ARA Gossau-Grüningen ist ein Stufenrechen mit einem Stababstand von 6 mm ideal. Die Erfahrung zeigt, dass bei Rechen mit einem kleineren Stababstand (3 oder 4mm) die organischen Anteile verstrichen werden und grossenteils in die Rechengutwaschpresse gelangen. In der Rechengutwaschpresse wird die Organik teilweise ausgewaschen. Der neue - dem Rechen vorgelagerte - Steinfang schützt den Stufenrechen vor Steinen.

Der Rechen wird aus Erfahrung der Hunziker Betatech AG zur Sicherheit für einen mind. 5 bis 10 % höheren Durchfluss als der Bemessungszufluss der ARA (Q_{RW}) ausgelegt (165 l/s), damit er auch bei Regentössen mit erhöhtem Frachtanteil problemlos funktioniert.

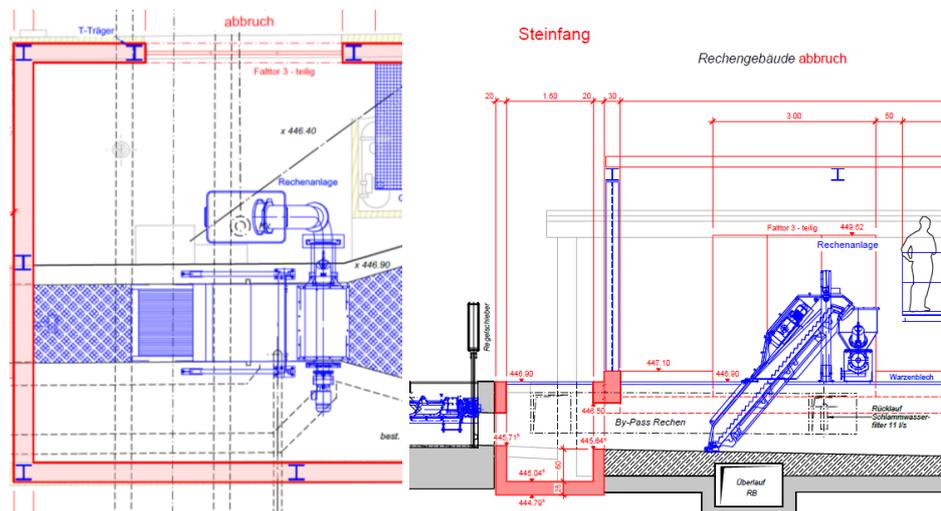


Abbildung 7: Ersatz des bestehenden Rechen und Rechengutwaschpresse durch einen neuen Stufenrechen 6 mm und eine neue Rechengutwaschpresse.

Die bestehende Rechengutwaschpresse hat Ihre Lebensdauer erreicht und wird im Zuge der Rechenerneuerung ersetzt.

Am bestehenden Rechenbypass wird trotz heraushebbarem Rechen festgehalten.

12.7 Sandfang

Der Sandfang schützt die Anlage vor mineralischen Anteilen und reduziert das Gewicht bei der Schlammensorgung. Mit Lufteintrag durch Sandfang-Gebläse wird der organische Anteil im abgelagerten Sand reduziert.

Der rechteckige Längssandfang auf der ARA Gossau-Grüningen funktioniert trotz der knappen Aufenthaltszeit zuverlässig. Eine Betonsanierung wurde kürzlich vorgenommen.

Aufgrund des grösseren Platzbedarfs für die Aggregate der mechanischen Vorreinigung wird ein neues Rechengebäude realisiert. Dieses ragt über den bestehenden Sandfang hinaus und bedingt, dass der bestehende Sandfangräumer nicht saniert sondern ersetzt wird. Zwei Schnecken fördern neu im angepassten Keil der beiden Sandfänge den Sand in Richtung Zufluss in zwei neue Sandtrichter.

Der Sand wird über zwei Mammutpumpen aus den Sandtrichtern gehoben, im neuen Sandwäscher gewaschen und über Transportschnecken zum Container gefördert. Der Sandwäscher reduziert den organischen Anteil im Sand auf max. 3%. Der ausgewaschene Sand muss nicht mehr in die Verbrennungsanlage gebracht werden, sondern kann in einer Inertstoffdeponie entsorgt werden, was eine grosse Kosteneinsparung bedeutet.

Das Fett wird wie heute bestehend in der Vorklärung abgeschieden und in die Faulung eingetragen.

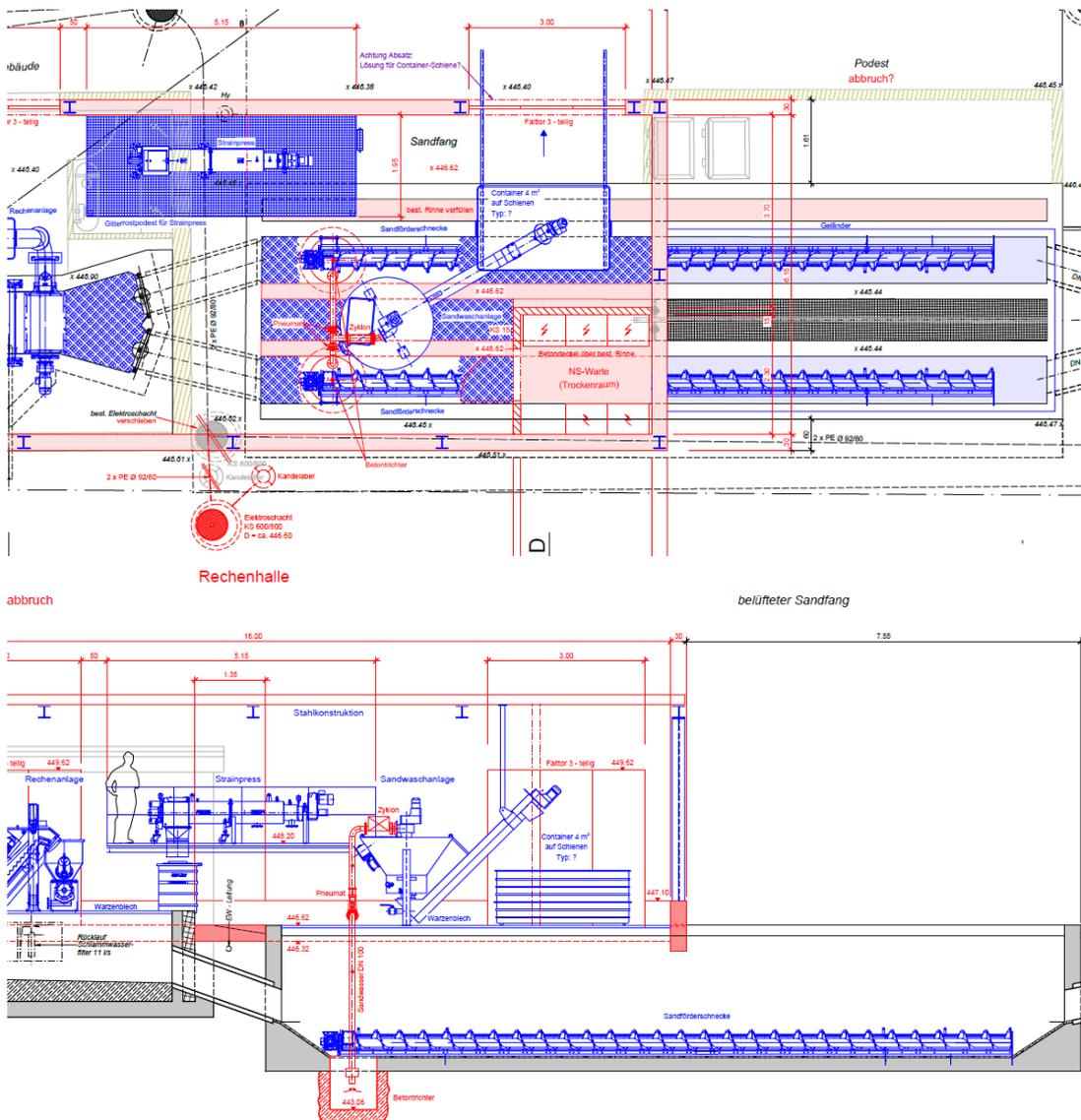


Abbildung 8: Ersatz des bestehenden Sandfangräumers durch Förderschnecken mit Trichter, Mammutpumpen und Sandwäschanlage.

12.8 Neues Rechengebäude

Aufgrund des grösseren Platzbedarfs für die Aggregate der mechanischen Vorreinigung wird ein neues in der Sandwichbauweise ausgeführtes isoliertes Rechengebäude realisiert. Dieses wird aufgrund des neuen Steinfanges etwas zurück versetzt. Das neue Rechengebäude bietet Platz für die neue Rechenanlage mit Rechengutwaschpresse, die Mammutpumpen, den Sandwäscher mit der



Sandmulde, ein separater Elektroraum und die Strainpress. Die Zulaufrinne vor und nach dem Rechen wird abgedeckt mit Riffelblech, damit möglichst wenig Feuchte in das Gebäude eintritt.

Die Toröffnungen in den Wänden des neuen Rechengebäudes sind so angeordnet, dass die Zugänglichkeit sowohl für die regelmässigen, betrieblichen Kontroll- und Unterhaltsarbeiten wie auch für die Reparaturarbeiten im Revisionsfall optimal geregelt ist.

12.9 Verteilbauwerk

Das bestehende Verteilbauwerk wird wie bis anhin betrieben. Die Armaturen (Schützen) sind veraltet und werden im Rahmen des Projektes ersetzt.

12.10 Durchflussmessung

Im Kanal zwischen dem Verteilbauwerk hinter dem Sandfang und der Vorklärung wird ein Schacht mit befahrbarer Abdeckung eingebaut. Dort wird am Boden eine Messsonde installiert, die den Durchfluss nach dem Kreuzkorrelationsprinzip misst und den Zulaufschieber hinter dem Trennbauwerk regelt.

Weitere bauliche Massnahmen sind notwendig, um das Messkabel von der Messstelle zu einem Zugangspunkt wie vorhandenes Leerrohr oder Betriebsgebäude zu führen.

12.11 Vorklärbecken

Das bestehende Vorklärbecken wird beibehalten. Die bereits realisierten oder eingeleiteten Massnahmen sind Bestandteile von unabhängigen Projekten.

12.12 Schlamm-siebung

Durch die optimalere Auslegung des neuen Rechens werden deutlich weniger Grobstoffe in die Faulung gelangen. Die Einrichtung einer Schlamm-siebung (Strainpress) ist dennoch zu empfehlen, um die Entfernung von fädigen Grobstoffen, wie z.B. Haaren aus dem Frischschlamm zu verbessern und so Verzopfungen im Faulbehälter vorzubeugen.

13 EMSRL-Konzept

13.1 Ausgangslage

Im Zusammenhang mit der Erneuerung der mechanischen Reinigung werden die elektrotechnischen Anlagen (Installationen und Verteilschränke) komplett ersetzt.

Ist-Zustand Steuerung

Die bestehende Steuerung der mechanischen Reinigung sowie der Nebenanlagen ist in einer Schaltwarte im Rechengebäude platziert. Das Anlagenalter der elektronischen Komponenten sowie der Verkabelung ist über 25-jährig.

Die Elektroinstallationen und die Schaltgerätekombinationen entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik und den aktuellen Normen und Vorschriften und Richtlinien.

Betriebs- und Störmeldungen werden von den Steuerverteilungen via Schwachstromkabel und Rangierverteiler an das bestehende PLS übermittelt. Eingriffe auf die Steuerebene der mechanischen Reinigung können ab dem PLS keine vorgenommen werden.

Bestehende Disposition der Schaltgerätekombinationen

- Feld 1+2 Diverse Abgänge für:
 - Haustechnik
 - Probenahmegerät
 - PH- Messung
 - Niveaumessungen
 - Entleerungspumpen
 - Airjetpumpen
 - Kompressor
 - Raumventilation
 - Schneckenpresse
 - Feinrechen
 - Fettpresse
 - Pumpwerk Moser
- Feld 3 Drosselschütz
 - Steuerung für Drosselschütz

13.2 Schaltwarte mechanische Reinigung im neuen Rechengebäude

Im neuen Rechengebäude wird eine neue Schaltwarte mit 5 Feldern realisiert. Mit diesen Feldern kann eine geeignete Systemtrennung realisiert, und die jetzt ungenügenden Platzverhältnisse verbessert werden. Vorgesehen ist die Montage eines Doppelbodens innerhalb der Schaltwarte (10-15 cm) als Schutz gegen die Feuchtigkeit im Bodenbereich. Die neue Schaltwarte muss mit der bestehenden Kabelrohranlage im Areal geeignet verbunden werden.

13.3 Schaltgerätekombination

13.3.1 Provisorischer Betrieb während dem Umbau

Für den Weiterbetrieb der Aggregate wird die alte Schaltwarte provisorisch belassen.

Die neue Schaltwarte wird prioritär realisiert. Die Steuerung der neuen Aggregate wird etappenweise über die neue Schaltwarte realisiert.

13.3.2 Neue Verteilschränke

Die neuen Verteilschränke werden grob in vier Einheiten unterteilt.

- Einspeisung, Messungen und Hauptabgänge
- Steuerung und Leistungsteil für die mechanische Reinigung
- Steuerung und Leistungsteil für die Nebenbetriebe
- Allg. Abgänge / USV- Netz / MSR

13.4 Elektroinstallationen

Die bestehenden Elektroinstallationen werden komplett rückgebaut, die vorhandenen Schaltgerätekombinationen demontiert und entsorgt. Alle Elektroinstallationen werden neu erstellt.



Die Materialisierung der Komponenten wurde im Zusammenhang mit den Ausschreibungs- und Ausführungsgrundlagen für den Filter festgelegt und zusammen mit dem Klärpersonal ergänzt und bereinigt. Das Ziel ist es, in der gesamten Kläranlage eine Vereinheitlichung der verwendeten Materialien zu erreichen.

Trasseführung / Verkabelung

Die vorhandenen Kabeltrasse werden wo möglich angepasst. Es wird davon ausgegangen, dass sämtliche Kabeltrasse neu montiert werden müssen. Die Erschliessung der Aggregate und Messungen der mechanischen Reinigung werden neu erstellt.

Beleuchtung

Das neue Rechengebäude wird mit einer neuen Raumbelichtung ausgestattet.

Notbeleuchtung

Im Grundprojekt vorgesehen ist keine Notbeleuchtung. Mobile Nothandleuchten sind vorhanden und werden wo nötig ergänzt.

Optional besteht die Möglichkeit, einzelne Leuchten im USV-Netz zu integrieren.

Fluchtwegsignalisation

Im Grundprojekt sind keine Fluchtwegleuchten vorgesehen.

Optional ist der Einsatz von einzelnen Fluchtwegleuchten ab USV-Netz möglich.

Installationen im Aussenbereich

Für die Erschliessung der Messungen und Aggregate im Aussenbereich werden wo nötig neue Kabelrohranlagen eingezogen. Die Verbindung der neuen Schaltwarte Rechengebäude zu der Kabelrohranlage im Areal (Verbindung zum Maschinenhaus muss gewährleistet sein.)

Die Trennstelle zu den vorkonfektionierten Anschlusskabeln der Apparate wird mittels eines servicefreundlichen, wasserdichten Anschlusskastens realisiert. In diesem Anschlusskasten befindet sich auch der Revisionsschalter.

Blitzschutz- und Überspannungskonzept

Das Blitzschutz- und Überspannungsschutzkonzept wird in Anlehnung an das genehmigte Konzept der Filteranlage realisiert.

13.5 Messtechnik:

Die möglichen Lieferanten der einzelnen Messgeräte werden mit dem Klärpersonal abgestimmt.

Die Einspeisung der Messgeräte erfolgt mit 230 V ab dem USV- Netz.

	Ausgang 4-20 mA	Relais	Imp./	Anzeige vor Ort
Probenahmegerät (Vorklä rung)	X	2	X	--
PH- Messung	X	2	--	X
EX- Messung Zulauf (bestehend)	X	2	--	x

Niveaumessung Regenbecken	X	2	X	X
Raumthermostat Heizlüftung	--	2	--	--
Mengenmessung Zulauf	X	2	x	X
Differenzdruckmessung Rechen	X	2	x	--
Niveaumessung PW Moser	X	2	X	X

13.6 Automatisierungskonzept:

Die einzelnen Verteilschränke werden mittels Profibus-DP Netzwerk mit ET 200 Schnittstelle in der SPS integriert. Die ET 200 Schnittstelle ist der CPU Siemens S7 SPS im Maschinenhaus verbunden. Diese CPU wurde bereits im Zusammenhang mit der Heizung und dem BHKW vorinstalliert. Die für den Betrieb relevanten Einstellungen wie Soll- und Grenzwertvorgaben können via PLS vorgenommen werden.

Bei Ausfall des PLS oder einer SPS können die einzelnen Aggregate vor Ort via Handbedienschalter betätigt werden.

Das PLS und die SPS werden über die Notstromversorgung (USV) eingespiessen.

Die Erneuerung der Steuerung der mechanischen Reinigung erfolgt im Rahmen einer Gesamtablösung des PLS und der SPS. In der untenstehenden Abbildung ist das Blockschema für Massnahmen im Jahr 2015 aufgeführt. Das Bauprojekt mechanische Reinigung beinhaltet lediglich den Teil Schaltwarte mechanische Reinigung inkl. der dazugehörenden Elektroanlagen.

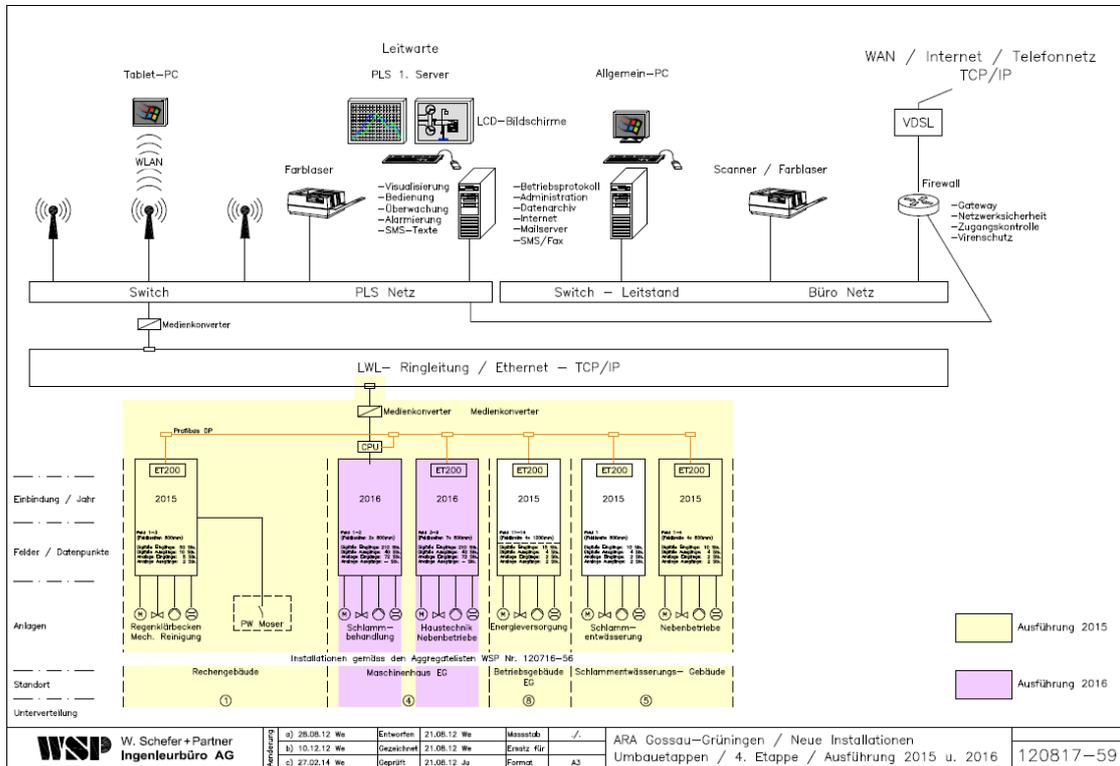


Abbildung 9 Blockschema der geplanten Massnahmen im Jahr 2015 (von WSP Ingenieurbüro AG).

13.7 Stelltechnik:

Pneumatik

Die für die pneumatischen Schieber notwendigen Magnetventile werden mit einer Wartungseinheit in einem separaten AP- Kasten an einem zentralen Ort platziert

Spezifikationen Pneumatik		
Magnetventile	24 V DC	FESTO
Wartungseinheit		FESTO
Endschalter, Edelstahl, induktiv	24 V DC	Telemecanique

13.8 Notstrom

In der ARA Gossau – Grüningen ist eine zentrale USV- Anlage vorhanden. Ab der bestehenden Notnetz- Hauptverteilung wird die Notnetz- Unterverteilung in der Schaltwarte Rechengebäude versorgt.

Die Prozesssteuerung, die Alarmierung sowie die Messgeräte werden über diese Notnetzversorgung eingespiesen.

13.9 Betriebsarten

Jedes im ARA-Prozess wichtige Aggregat verfügt über folgende Bedien- und Überwachungs-Komponenten.

- Ansteuerung über Automatik
- Ansteuerung über Vorort-Schalter
- Sicherheits-Schalter (SUVA)
- ev. NOT-Aus Schalter
- Thermoschutz / Wicklungsschutz
- Schutzabschaltung (Durchflussüberwachung, Drucküberwachung, etc.)

Sämtliche zur Verfügung stehende Datenpunkte (Digital, Analog) der für die Prozessführung relevanten Anlageteile werden auf das Prozessleitsystem geführt und in geeigneten Prozessbildern dargestellt. Die Aggregate und Messwerte werden laufend auf ihre Plausibilität und Betriebszustände sowie Störmeldungen überwacht. Störungen werden im Alarmsystem verarbeitet.

Automatikbetrieb:

- Die Einstellungen der steuerrelevanten Parameter erfolgt auf dem PLS

Handbetrieb:

- Die Bedienung erfolgt beim Aggregat vor Ort. Dieser Betrieb ist kein Ersatz für die Prozesssteuerung. Er ist dazu da, einzelne Aggregate oder Linien in Betrieb zu nehmen, Behälter zu leeren oder zu Revisionszwecken.
- Alle Aggregate sind mit einem Vorort- Sicherheitsschalter (SUVA- Norm) ausgerüstet. Die Schaltung geschieht „Mittelbar“ (Schalter im Steuerstromkreis mit Signallampe, Spezialschutz mit Zwangsgeführten Hilfskontakten) oder „Unmittelbar“ (Schalter direkt im Lastkreis)

14 HLKS-Konzept

Das Rechengebäude wird mit einer Lüftung ausgestattet.

Der Frostschutz im neuen Rechengebäude (Temperiert auf 8°C) erfolgt über einen elektrischen Heizstrahler. Im Detailprojekt wird überprüft, ob ein Anschluss an den Niedertemperaturkreislauf eine Option darstellt. Die Heizleitungen könnten zusammen mit den Frischschlammleitungen von und zur Strainpress verlegt werden.

Brauch- und Trinkwasseranschlüsse werden in das neue Rechengebäude geführt. Der Steinfang wird mit einem Brauchwasseranschluss ausgerüstet.

15 Weitere Konzepte

15.1 Arbeitssicherheit

Die Geländer des Regenbeckens werden den gesetzlichen Vorgaben entsprechend (Mindesthöhe von 1.1 m) angepasst.

Bei den Nachklär- und Vorklärbecken müssten gemäss Vorschriften Geländer oder andere Absturzsicherungen montiert werden. Dies wurde anlässlich der aktuellsten SUVA-Begehung beanstandet. Eine Absturzsicherung ist zu planen. Diese Planung wird im Rahmen der Werterhaltungsmassnahmen vorgenommen und ist nicht Bestandteil von diesem Projekt.

15.2 Ex-Schutzkonzept

Das Ex-Schutzkonzept ist auf dem R+I Schema dargestellt.

15.3 Materialisierungskonzept

Folgende Anforderungen werden an das Material gestellt:

- Rohrleitungen Mammutpumpen V4A
- Rohrleitungen Frischschlamm V4A/ Kunststoff
- Siebrechen, Rechen, Sandförderschnecken gemäss Lieferant
- Kanalschützen V4A
- Stahlgerüst Strainpress feuerverzinkt
- Stahlgebäude feuerverzinkt

16 Weitere projektrelevante Aspekte

16.1 Nachbarschaft

Hinsichtlich Geruch und Lärm werden sich die Massnahmen dieses Projektes nicht auf die Nachbarschaft auswirken.



16.2 UVP-Pflicht

Das Vorhaben untersteht nicht der UVP-Pflicht (Grundlage: UVPV)

16.3 Umweltaspekte

Hinsichtlich der Umweltaspekte wurde generell zum Ziel gesetzt, das Verfahren möglichst energieeffizient zu gestalten und die Abwärme der Gebläseluft zu nutzen. Diese Möglichkeit ist noch Bestandteil von Abklärungen.

Energieeinsparungen im Vergleich zum heutigen Betrieb werden sicherlich durch energieeffizientere Aggregate erreicht. Um dies zu erreichen wird in der Ausführungsphase und bei der Submission darauf geachtet, möglichst energieeffiziente Aggregate einzusetzen.

17 Provisorien und Bauablauf

Für einzelne Realisierungsschritte sind Provisorien notwendig:

1. Bau des Schachtes für die Durchflussmessung und Einbau der Messeinrichtungen: Umfahrung der Vorklärung. Dieses Provisorium wird über rund 2 Wochen betrieben.
2. Einbau Rechenanlage/ Bau Steinfang: Einrichtung einer provisorischen Wasserhaltung. Dazu wird der Zulaufschieber geschlossen und das Abwasser überfällt aus dem Trennbauwerk in das Regenbecken. Daraus wird es direkt in den Sandfang gepumpt (4 Pumpen mit je 40 l/s, montiert auf idealer Wasserstandhöhe (Kapitel 6.1) in einem Siebkorb). Die Pumpen werden mit einer provisorischen Steuerung und Alarmierung betrieben. Dieses Provisorium wird über rund 2 Monate betrieben.
3. Bau Trichter Sandfang und Installation Förderschnecke: Realisierung zeitlich gestaffelt (Nutzung der beiden Strassen alternierend)

Die nachfolgende Graphik stellt den Bauablauf unabhängig von einem fixen Zeitpunkt dar. Zentral ist die Trichter in der trockenen Sommerzeit zu realisieren, bei einem möglichst tiefen Grundwasserspiegel möglichst tiefen.



18 Abweichungen zum Massnahmenplan 2008-2012

	Massnahmenplan 2008 - 2012	CHF	Bauprojekt 2014/ Abweichungen Bauprojekt gegenüber Massnahmenplan
Trennbauwerk mit Regenüberlauf	Einbau Siebrechen in Trennbauwerk Sanierungsarbeiten an der Betonkonstruktion, neue Durchflussmessung und -drosselung, EMSR	270'000 CHF	Einbau Siebrechen in Trennbauwerk Ersatz des Zulaufschützens, EMSR
Regenbecken	Airjet ausrichten, Pumpensumpf und Pumpe neu, Einbau Grobstoffrückhaltevorrichtung, Ersatz Geländer, Betonsanierung, EMSR	370'000 CHF	Der Betrieb ist mit der heutigen Aufstellung des Air-jets zufrieden. Es werden nur Betonsanierungen vorgenommen.
Steinfang	nicht vorgesehen	-	Bau dem neuen Rechengebäude
Rechenanlage	Ersatz Verbindungselemente und Ventile, div. Massnahmen am Gebäude, EMSR	60'000 CHF	Ersatz von Rechen und Rechengutwaschpresse Neubau Rechengebäude, EMSR
Sandfang	Erneuerung Sandräumung, Überdachung Rollcontainer, Betonsanierung, EMSR	550'000 CHF	Sanierung Sandfang, Ersatz des bestehenden Räumers durch Förderschnecken und Mammutpumpen inkl Sandtrichter Installation von Sandwäscher, EMSR
Zulaufkanal VKB	-	-	Durchflussmessung in Zulaufkanal VKB
VKB	Sanierung von Umlaufrinne, Betonbrücke und Beckenkronen, Ausserbetriebnahme bzw. Umnutzung	38'000 CHF	Weiternutzung wie bisher
Strainpress	nicht vorgesehen	-	Einbau in neues Rechengebäude, EMSR
Total		1'288'000 CHF	

19 Kosten

19.1 Investitionskosten

In nachfolgender Tabelle ist die Zusammenstellung der Investitionskosten des Projektes dargestellt.

Die Genauigkeit des Kostenvoranschlages beträgt +/- 10%

Die Kosten sind wie folgt ermittelt worden:

- Die Kosten für die Installationen basieren auf teilweise auf Lieferantenofferten
- Die Kosten für die EMSRL-Einrichtungen basieren auf Kostenschätzungen des beteiligten Elektroplaners (WSP AG).
- Die übrigen Kosten basieren auf Erfahrungswerten aus vergleichbaren Projekten von Hunziker Betatech AG.

BKP	Arbeitsgattung		Total
1	Vorbereitungsarbeiten	Fr.	60'000.00
2	Gebäude / Becken	Fr.	540'000.00
3	Verfahrenstechnische Ausrüstungen / EMSR-Technik	Fr.	840'000.00
4	Umgebung	Fr.	30'000.00
5	Technische Arbeiten, Nebenkosten	Fr.	330'000.00
	GESAMTTOTAL	Fr.	1'800'000.00
	exkl. MwSt		inkl. 10% Reserve

Der detaillierte KV ist im Anhang 23.1 zu finden.

19.2 Betriebskosten

Die Betriebskosten werden sich gegenüber heute nur leicht verändern:

- Reduktion der Betriebskosten durch den Einsatz von energieeffizienten Aggregaten (Rechen, Rechengutwaschpresse) und den Abbruch des Sandräumers (Energiekosten) sowie den neuen Sandwäscher (Entsorgungskosten).
- Anstieg der Betriebskosten durch den zusätzlichen Betrieb des Siebrechens, der Mammutpumpen und der Sandförderschnecken (Energiekosten).

22 Beilagen

- Grundriss, Zulauf, RB, Rechen, Sandfang, VKB, 1:50, 17. Februar 2014
 - Schnitt, Zulauf, RB, Rechen, Sandfang, VKB, 1:50, 14. Februar 2014
 - R+I Abwasser, Teilauszug mechanische Reinigung und Regenbecken, 26. Februar 2014
 - R+I Schlamm und Gas, 26. Februar 2014
-



23 Anhang

23.1 Detaillierter KV

BKP	Arbeitsgattung		Total
1	Vorbereitungsarbeiten		
10	Aufnahmen, Baugrunduntersuchungen	Fr.	3'000.00
102	Beton-, Altlastenuntersuchungen, Materialprüfungen	Fr.	
11	Demontagen, Abbrüche	Fr.	15'000.00
111	Demontagen / Entsorgungen	Fr.	
12	Provisorien	Fr.	35'000.00
121	Pumpenprovisorium	Fr.	
13	Baustelleneinrichtung	Fr.	2'000.00
133	Kosten Energie, Wasser etc	Fr.	
19	Diverses	Fr.	5'000.00
191	Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	
1	Vorbereitungsarbeiten	Fr.	60'000.00

BKP	Arbeitsgattung		Total
2	Gebäude / Becken		
21	Biologie / Filter	Fr.	497'000.00
211	Baumeisterarbeiten		
213	Schlosserarbeiten, Montagebau in Stahl	Fr.	
218	Betonsanierung, Fugen, Abdichtungen	Fr.	
222	Spengler, Blitzschutz	Fr.	
244	Lüftungen	Fr.	
247	Dämmungen, Brandabschottungen	Fr.	
251	Sanitärarbeiten	Fr.	
265	Hebeeinrichtungen	Fr.	
272	Metallbauarbeiten	Fr.	
277	Innenausbau Schaltschrankraum	Fr.	
285	Malerarbeiten	Fr.	
287	Baureinigung	Fr.	
29	Diverses	Fr.	43'000.00
291	Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	
2	Gebäude, Becken	Fr.	540'000.00

BKP	Arbeitsgattung		Total
3	Verfahrenstechnische Ausrüstungen / EMSR-Technik		
31	Verfahrenstechnische Ausrüstung	Fr.	410'000.00
310	Siebrechen	Fr.	
311	Regelschütz, Schützen Rinne	Fr.	
312	Rechen, Rechengutpresse	Fr.	
313	Sandfangausrüstung (Schnecken, Pumpen, Sandw., Mulde)	Fr.	
314	Strainpresse	Fr.	
315	Rohrleitungen und Leitungsarmaturen	Fr.	
33	Elektro- / EMSR-Technik	Fr.	305'000.00
331	Elektroinstallationen	Fr.	
332	Schaltanlagen, Pneumatikverteilschränke	Fr.	
333	Messtechnik	Fr.	
334	Automatisierung, SPS, PLS	Fr.	
33	Vorgezogene Massnahmen Elektro- / EMSR-Technik	Fr.	49'422.40
336	vorgezogene Massnahmen (Abkl. Holertech Ex-Sonde)	Fr.	
337	vorgezogene Massnahmen (Einbindung Ex-Sonde in PLS)	Fr.	
338	vorgezogene Massnahmen (Erweiterung Beralarm)	Fr.	
339	vorgezogene Massnahmen (Anpassung PLS)	Fr.	
39	Diverses	Fr.	75'577.60
391	Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	
3	Verfahrenstechnische Ausrüstungen / EMSR-Technik	Fr.	840'000.00
BKP	Arbeitsgattung		Total
4	Umgebung		
42	Einfriedungen	Fr.	3'000.00
422	Einfriedung (Ergänzungen)	Fr.	
46	Strassen, Vorplätze, Wege	Fr.	25'000.00
461	Strassen, Plätze, Wege, Belag	Fr.	
49	Diverses	Fr.	2'000.00
491	Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	
4	Umgebung	Fr.	30'000.00

BKP	Arbeitsgattung		Total
5	Technische Arbeiten, Nebenkosten		
51	Bewilligungen / Gebühren	Fr.	9'000.00
511	Baubewilligung, Baugespann, Gebühren	Fr.	
512	Anschlussgebühren	Fr.	
52	Muster, Kopien, Doku	Fr.	8'000.00
524	Vervielfältigungen, Plankopien, Dokumentation	Fr.	
53	Versicherungen	Fr.	5'000.00
531	Versicherungen	Fr.	
56	Übrige Baunebenkosten	Fr.	3'000.00
562	Inserate, div. Baunebenkosten	Fr.	
563	Aufrichte, Einweihung	Fr.	
58	Honorar	Fr.	277'166.65
581	Verfahrens-Bauplaner Bauprojekt	Fr.	
581	Verfahrens-Bauplaner Submission, Ausführung	Fr.	
582	EMSR-Planer Bauprojekt	Fr.	
582	EMSR-Planer Submission, Ausführung	Fr.	
583	Div. Spezialisten	Fr.	
586	vorgezogene Massnahmen, WSP Erweiterung Beralarm	Fr.	
587	vorgezogene Massnahmen, WSP Gassensor	Fr.	
589	vorgezogene Massnahme Plandigitalisierung 2. Teil	Fr.	
59	Diverses	Fr.	27'833.35
591	Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	
5	Technische Arbeiten, Nebenkosten	Fr.	330'000.00
Zusammenfassung			
BKP	Arbeitsgattung		Total
1	Vorbereitungsarbeiten	Fr.	60'000.00
2	Gebäude / Becken	Fr.	540'000.00
3	Verfahrenstechnische Ausrüstungen / EMSR-Technik	Fr.	840'000.00
4	Umgebung	Fr.	30'000.00
5	Technische Arbeiten, Nebenkosten	Fr.	330'000.00
	GESAMTTOTAL	Fr.	1'800'000.00
	exkl. MwSt		inkl. 10% Reserve

23.2 Dimensionierung

Tabelle 1: Ist- und Sollwerte des bestehenden Sandfangs bei zweisträssigem Betrieb

Aufenthaltszeit	SOLL	IST	
bei Q_t		8.4	min
bei Q_m	> 5	4.8	min
Mittlere horizontale Geschwindigkeit			
bei Q_t		1.8	cm/s
bei Q_m	< 20	3.2	cm/s
Oberflächenbeschickung Sandfang			
bei Q_t		11.6	m/h
bei Q_m	3-18	21.7	m/h

Tabelle 2: Berechnung des bestehenden Vorklärbeckens

Dimensionierung		Bestehend	
Vorklärung		rund	
Belastung		1 Strasse	
Anzahl Einwohnerwerte			EW
Hydraulische Belastung	Soll		
Q_t		87	l/s
		313	m ³ /h
Q_m		163	l/s
		587	m ³ /h
Beckengeometrie			
Länge			m
Breite			m
Tiefe	2-3	2.35	m
Querschnittsfläche			m ²
Oberfläche		200.0	m ²
Volumen		470.0	m ³
Anzahl Strassen		1	-
Querschnittsfläche Total		0.0	m ²
Oberfläche Total		200.0	m ²
Nutzvolumen Total		470.0	m ³
Oberflächenbeschickung			
bei Q_t	2.5-4	1.6	m/h
bei Q_m		2.9	m/h
Aufenthaltszeit			
bei Q_t	40-60	90.0	min
bei Q_m	20-30	48.1	min



23.4 Steinfang

Der Steinfang wird nach neusten Erkenntnissen der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) dimensioniert (Berechnungstool anschliessend abgebildet). Grundlage ist das hydraulische Längenprofil von Hunziker Betatech aus dem Jahre 2013 (siehe Anhang). Die Bemessung des Steinfangs kann folgendermassen zusammengefasst werden:

- Zulaufgeschwindigkeit vor 0.27 bzw. 0.36 m/s im Trocken- bzw. Regenwetterfall.
- Es sollen alle Sedimente mit Durchmesser grösser als 6 mm (Stababstand nachgeschalteter Rechen 6 mm) aufgefangen werden.
- Länge Steinfang = 0.5 m.
- Tiefe Steinfang = 0.6 m.
- Position Steinfang zwischen Regulierschieber und Rechen.

Für die Belüftung und Reinigung des Steinfangs gilt folgendes:

- Für die („Belüftung“) Reinigung des Steinfangs von Feinsedimenten und Schlamm soll anstatt Luft Brauchwasser verwendet werden.
- Die Luftzuführung verläuft, vom Belüftungsaggregat kommend, innerhalb einer Wandaussparung der Schachtwand senkrecht nach unten. Ca. 40 cm über der Sohle schließt die horizontale, über die gesamte Breite der ablaufseitigen Schachtwand in einer Wandaussparung geführte Belüftungsleitung an. Analoges gilt für die „Belüftung“ mit Brauchwasser. Eine Andere Anordnung der Wasserzuführung ist je nach Situation auch denkbar.
- Der Trockenwetterabfluss verdrängt kontinuierlich die während der Belüftungsphase flotierten, organischen Stoffe in den weiterführenden Kanal. Bisherige Betriebserfahrungen zeigen, dass Belüftungsphasen von ca. 30 Minuten, unterbrochen von Belüftungspausen von tagsüber 60 Minuten und nachts von 120 Minuten Dauer als Grundeinstellung sinnvoll sind. Analoges kann für die „Belüftung“ mit Brauchwasser in einem ersten Schritt angenommen werden.
- Eine periodische Entleerung erfolgt mit einem Kanalsaugwagen.

Dimensionierung Geröllfang gemäss KA 2013 (60) Nr. 3

Anfangsgeschwindigkeit		Wassertiefe in Gerinne	
$v_{s,o}$	0.36 m/s	h_o	0.34 m
Geschwindigkeit in Geröllfang		zusätzliche Sinkhöhe	
$v_{s,q}$	0.36 m/s	$h_{s,zus}$	0 m
Partikeldurchmesser		erforderliche Sinkhöhe	
d	0.006 m	h_{erf}	-0.34 m
Zeitschritt			
Δt	0.01 s		
Dichte Flüssigkeit			
ρ_f	1000 kg/m ³		
Dichte Partikel			
ρ_p	2500 kg/m ³		
Masse Partikel			
m	0.000 kg		
Widerstand			
c_w -Wert	0.44		
Formkennzahl von Geröll			
FZ	0.5		

Zeit [s]	$v_{s,o}$ m/s	FW N	$v_{s,ink}$ m/s	Position X m	Position Y m
0	0.36	0.00	0.26	0.00	0.00
0.01	0.36	0.00	0.26	0.00	0.00
0.02	0.36	0.00	0.26	0.01	-0.01
0.03	0.36	0.00	0.26	0.01	-0.01
0.04	0.36	0.00	0.26	0.01	-0.01
0.05	0.36	0.00	0.26	0.02	-0.01
0.06	0.36	0.00	0.26	0.02	-0.02
0.07	0.36	0.00	0.26	0.03	-0.02
0.08	0.36	0.00	0.26	0.03	-0.02
0.09	0.36	0.00	0.26	0.03	-0.02

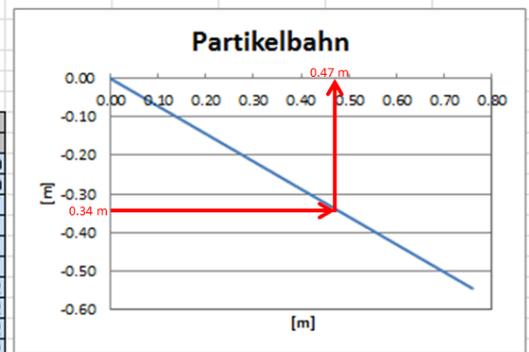
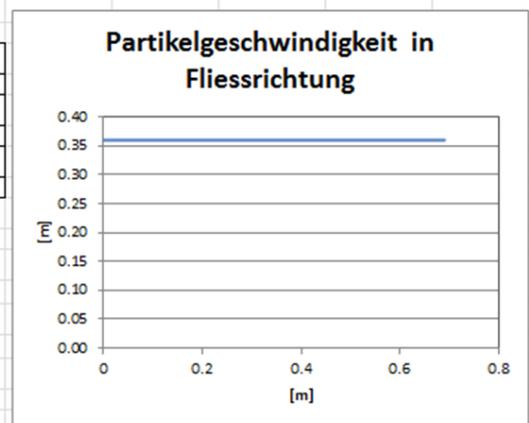


Abbildung 12 Bemessung Steinfang (Geröllfang)

