



fischeringenieure

Bauprojekt Technischer Bericht

Objekt:
ARA Morgental Einlaufhebewerk

Auftraggeber:
Abwasserverband Morgental

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Grundlagen	3
3	Zustand	4
	3.1 Baulich: Maschinenraum	4
	3.2 Baulich: Verteilrinnen unter Maschinenraum	4
	3.3 Ausrüstungen	5
	3.4 Motoren Schneckenpumpen	5
	3.5 EMSRL	6
	3.6 Lüftung	6
4	Bauprojekt Sanierungskonzept	7
	4.1 Allgemein	7
	4.2 Baulich: Maschinenraum	8
	4.3 Baulich: Verteilrinnen unter Maschinenraum	8
	4.4 Ausrüstungen	8
	4.5 Motoren Schneckenpumpen	9
	4.6 EMSRL	9
	4.7 Lüftung	9
	4.8 Provisorien	9
5	Kostenvoranschlag	10
	5.1 Zusammenfassung	10
	5.2 Detaillierter KV	11
6	Termine	12

Beilagen

Beilage 1: Plan Nr. 5716-002 Uebersichtsplan Massnahmen

Anhang

Anhang 1: Umbau und Erneuerung EMSRL, Technischer Bericht, BGG Engineering AG
Anhang 2: Ansicht Schaltschrank, BGG Engineering AG
Anhang 3: Grundriss Maschinenraum, BGG Engineering AG
Anhang 4: KV EMSRL-Einrichtungen, BGG Engineering AG

1 Ausgangslage

Das Einlaufhebewerk (EHW) der ARA Morgental ist eine der zentralen Anlagen, wird damit doch das gesamte zufließende Abwasser des Einzugsgebietes des Abwasserverbandes Morgental (AVM) um einige Meter angehoben und der Abwasserreinigung zugeführt. Ein längerer Ausfall hat unweigerlich Rückstau zur Folge.

Im Zusammenhang mit der Erstellung der künftigen Anlagen zur Elimination der Mikroverunreinigungen soll die zufließende Abwassermenge gleichmässiger und mengenabhängig auf die ARA gefördert werden. Dies erfordert eine dynamisch wirkende Anpassung der Pumpmengen im Zulauf zur ARA. Erreicht wird dies mit dem Einsatz von Frequenzumformern (FU), welche eine mengenabhängige Drehzahlregulierung für die vier Trockenwetterpumpen ermöglichen. Der Einsatz von FU hat weiter grosse Vorteile für das Anfahren der Schneckenpumpen im Notstrombetrieb.

Baulich entspricht das EHW weitgehend dem Stand der Inbetriebnahme der ARA ca. 1972. Ebenso stammen 5 der 6 Motoren der Schneckenpumpen aus jener Zeit.

Die EMSRL-Einrichtungen des EHW und der peripheren Anlagen, wie Rechenanlagen, Sandfang usw., wurden im Juni 1997 neu erstellt. Der Grossteil der EMSRL-Einrichtungen ist somit bereits 20 Jahre alt und hat damit das Ende des Lebenszyklus erreicht. Das ARA-Einlaufhebewerk ist mit Ausnahme des (in Zukunft entfallenden) ARA-Zwischenhebewerks die einzige verfahrenstechnische Teilanlage der ARA Morgental, deren EMSRL-Einrichtungen in den letzten Jahren noch nicht erneuert wurde.

Die Trockenwetter-Schneckenpumpe 1, welche sehr häufig in Betrieb ist, ist vor ca. 3 Jahren im Zuge der Gesamtanierung dieser Pumpe mit einem Blechtrog und einem neuen Motor versehen worden. Bei den restlichen 5 Schneckenpumpen sind lediglich die Pumpenkörper lokal saniert worden. (Trog?)

Das Einlaufhebewerk wird stark beansprucht. Dies äussert sich in einem erhöhten Verschleiss der entsprechenden Steuerungs- und Leistungsteile (NH-Sicherungen, Schütze, Sanftanlasser).

2 Grundlagen

Ausführungsplan Einlaufhebewerk

Daten der bestehenden Motoren

Besprechungen vom 09.10.2017 und 21.11.2017

Begehung Wasserverteilung vom 22.11.2017

Begehung Motoren mit Lieferant (Bibus AG) vom 27.11.2017

3 Zustand

3.1 Baulich: Maschinenraum

Die Platzverhältnisse im Maschinenraum des Einlaufhebewerks genügen weiterhin. Die Zugänglichkeit zu den Motoren und den Steuerschränken für Wartungsarbeiten ist gewährleistet.

Der Boden ist mit Platten belegt, welche keine sichtbaren Schäden wie Risse oder Sprünge aufweisen, ebenso weisen die betonierten Motorensockel keine Risse oder Abplatzungen auf.

Vom angrenzenden Klärwärterbüro wurden zwei Heizleitungen (9/8 “) durch den Maschinenraum geführt. Die Leitungen wurden vor ca. 40 Jahren erstellt und verlaufen über den Steuerschränken; ebenso verläuft die Dachwasserleitung (DW-Leitung, PE DN100) von der Deckenmitte über die Steuerschränke nach aussen. Ein Leitungsbruch oder Undichtheit kann zu einem folgenschweren Totalausfall des Hebewerks führen.

Die Beleuchtung mit einer Doppel-Leuchtstofflampe ist unmittelbar unter der Decke angebracht. Durch die vorhandenen Installationen wie Krahnbahnen und Dachwasserleitung wird der Raum nicht optimal ausgeleuchtet.

Die Abdichtung zwischen Maschinenraum und den darunter liegenden Verteilrinnen ist mangelhaft. Bestehende und neue Durchbrüche sollen so dicht wie möglich ausgeführt werden. Zudem kann mit kostengünstigen baulichen Massnahmen (Silikonfugen) die Dichtigkeit des Raumes nochmals verbessert werden.

Wegen aufsteigender Feuchtigkeit blättert in der südöstlichen Ecke des Raumes die Farbe ab. Ansonsten ist der Maschinenraum in einem guten baulichen Zustand.



3.2 Baulich: Verteilrinnen unter Maschinenraum

Die Betonoberfläche weist an einigen Stellen kleine Risse und Abplatzungen auf, und wenige rostige Eisen sind sichtbar. Mehrheitlich ist der Beton jedoch trotz permanentem Abwasserkontakt in einem guten Zustand.

3.3 Ausrüstungen

Die Krananlagen für Wartungs- und Sanierungsarbeiten sind in einem guten Zustand und ausreichend vorhanden.

Motoren- und Getriebegehäuse sowie Schutzverkleidungen weisen lediglich Gebrauchsspuren wie Kratzer oder Farbabplatzungen an der Oberfläche auf.

In der Verteilrinne (Zulaufkanal zum Regenbecken) befindet sich unmittelbar vor dem RB ein Absperrschütz, dessen Funktion im jetzigen Zustand fragwürdig und unbegründet ist. Der Schütz wurde mehrere Jahre nicht bedient und ist deshalb festgerostet.

Für die Trennung von Trocken- und Regenabwasseranfall ist zwischen der Schneckenpumpe 3 und 4 ein Schütz eingebaut. Dieser von Hand betriebene Schütz ist in einem schlechten Zustand. Das Gewinde ist stark korrodiert und lässt sich kaum mehr drehen. Auch ist die Spindel ungeschützt, was bei Ueberströmung Feststoffablagerungen an der Spindel zur Folge hat.



Die Getriebe der Schneckenpumpen sind mit durchgehenden Schrauben am Maschinenraumboden befestigt. Diese Schrauben sind auf der unteren Seite (Verteilrinne) stark korrodiert.

3.4 Motoren Schneckenpumpen

Der Motor der Schneckenpumpe 1, welche im Normalfall bei Trockenwetter, oft im Dauerbetrieb, das Schmutzabwasser zur ARA fördert, ist vor wenigen Jahren erneuert worden. Die nachträgliche Ausrüstung mit einem Frequenzumrichter ist problemlos möglich.

Die robusten Motoren der Schneckenpumpen 2 - 6 stammen aus den Anfängen der ARA Morgental und sind mittlerweile 45 Jahre alt. Sie sind weiterhin funktionsfähig, die heutigen Anforderungen an die Wirkungsgrade und somit die Energieeffizienz werden aber bei weitem nicht erfüllt. Eine Nachrüstung mit Frequenzumrichtern ist nach Angaben der Motorenlieferanten und des EMSRL-Planers kaum möglich resp. mit grossen Risiken verbunden.

3.5 EMSRL

Zustand und Sanierungsbedarf sind detailliert im Technischen Bericht (siehe Anhang) beschrieben

- Umbau und Erneuerung der EMSRL-Einrichtungen, BGG Engineering AG, 30.11. 2017

3.6 Lüftung

Der Maschinenraum des Einlaufhebewerks wird aktuell natürlich über die Fenster belüftet. Ebenso erfolgt die Abwärmeabführung der Motoren, Steuerung, usw. über die Fenster in der Fassade.

4 Bauprojekt Sanierungskonzept

4.1 Allgemein

Das vorliegende Projekt umfasst geografisch das Einlaufhebwerk mit der zugehörigen Abwasserverteilung und dem Maschinenraum. In den Steuerschränken des EHW sind jedoch noch weitere Steuerungen untergebracht:

- Rechenanlage
- Rechengutwäscher
- Sandwaschanlage
- Sandfangräumer
- Hydraulikrechen Regenklärbecken ARA
- Rührwerke Regenklärbecken ARA
- Spükippe Regenklärbecken ARA
- Lüftung Pumpenraum
- Lüftung Muldenraum

Im Rahmen des Erneuerungsprojektes werden die gesamten Elektro-, Mess-, Steuerungs-, Regelungs- und Leiteinrichtungen (EMSRL) des EHW und der oben erwähnten weiteren Steuerungen saniert und auf den gleichen technischen Stand gebracht wie die bereits erneuerten Einrichtungen der ARA. Dabei werden alle für die ARA vorhandenen Konzepte für EMSRL, Kommunikation, Brandschutz etc. berücksichtigt.

Ein Variantenvergleich zur Aufstellungsart der Frequenzumformer hat gezeigt, dass deren Aufstellung unmittelbar bei den Motoren ohne Schutzgehäuse nicht zulässig (vorgesehene FU sind nur in IP 20 erhältlich) ist, mit Schutzgehäuse aber zu viel Platz benötigt, so dass sowohl der Durchgang im Raum als auch die Unterhaltsarbeiten an den Motoren / Getrieben stark eingeschränkt wären. Somit werden die Frequenzumformer in die Steuerschränke integriert.

Für die elektrische Erschliessung wird im Durchgangsbereich ein Doppelboden erstellt.

Neu wird eine einfache mechanische Lüftung zur Abfuhr der durch die FU zunehmenden Abwärme im Maschinenraum installiert.

Diejenigen Motoren, welche häufig und längerdauernd in Betrieb sind, werden für einen kontinuierlichen Betrieb mit Matrix-Frequenzumformern der neusten Generation ausgerüstet, die Motoren werden soweit erforderlich ersetzt.

Die wasserführenden Leitungen (Dachwasserablauf, Heizleitungen), welche heute oberhalb der Steuerschränke verlaufen, werden aus Sicherheitsgründen verlegt.

An den Abwasserverteilrinnen unterhalb des Maschinenraumes werden kleinere Beschädigungen des Betons ausgebessert. Der Trennschütz zwischen den Schneckenpumpen 1-3 (Trockenwetterpumpen) und 4-6 (Regenwetterpumpen) wird erneuert, während der grosse Absperrschütz gegen das Regenbecken hin demontiert wird.

4.2 Baulich: Maschinenraum

Die Erneuerung der Steuerung beding zwei zusätzliche Steuerschränke, welche südlich an die bestehenden Schränke angesetzt werden. Deshalb wird das Fenster an der westlichen Wand demontiert und verschlossen. Die Dämmung auf der Innenseite und der Fassadenverputz werden ergänzt.

Für die Abluft der neuen Lüftung wird ein Durchbruch in der Wand erstellt, um den Lüftungskanal nach aussen zu führen.

Heiz- und Dachwasserleitung werden verlegt, damit sie nicht mehr über den Steuerschränken verlaufen.

Für die elektrischen Zuleitungen von den Steuerschränken zu den Motoren ist ein Doppelboden vorgesehen.

Da der handbetriebene Schütz vor dem Regenbecken entfernt wird, muss die Durchbruchöffnung mit Beton verschlossen werden. Der Plattenboden soll so gut wie möglich ergänzt werden.

Die Abdeckbleche und Durchbrüche sollen zusätzlich mit Silikonfugen abgedichtet werden, um die Geruchsimmissionen im Maschinenraum zu reduzieren.

Decke und Wände werden neu gestrichen.

4.3 Baulich: Verteilrinnen unter Maschinenraum

Die vorhandenen Abplatzungen, Risse und Roststellen werden fachgerecht saniert und in Stand gesetzt.

Der Absperrschütz vor dem Regenbecken wird demontiert, die Führungsschienen werden ausgespitzt und die Ausbrüche mit Mörtel verfüllt.

Für den Ersatz des Trenn-Schützen zwischen Pumpe 3 und 4 werden die Betonkanten nachgefräst und neu aufprofiliert. Für diese Arbeiten wird zwischen Pumpe 2 und 3 eine provisorische Absperrung errichtet. Dies hat zur Folge, dass die Pumpe 3 während den Ersatzarbeiten des Schiebers nicht eingeschaltet werden kann.

Die von unten (von der Verteilrinne her) stark korrodierten durchgehenden Befestigungsschrauben der Schneckenpumpen-Getriebe sollen wenn möglich ersetzt werden. Die ARA-Betreiber machen einen Versuch, einen Anker auszubauen.

4.4 Ausrüstungen

Der Trenn-Schütz zwischen Pumpe 3 und 4 wird durch einen neuen, wiederum handbetriebenen Schütz ersetzt. Das Handrad muss so ausgebildet sein, dass die ARA-Betreiber ihre Hilfsmittel zur Bedienung einsetzen können.

Kratzer und Farbabplatzungen an den Motoren- und Getriebegehäusen sowie an den Schutzabdeckungen werden nachgebessert.

4.5 Motoren Schneckenpumpen

Der Motor der Schneckenpumpe 1 wird nachträglich mit einem Frequenzumrichter ausgerüstet, diejenigen der Schneckenpumpen 2 – 4, welche ebenfalls häufig in Betrieb sind, werden ersetzt durch Motoren der neusten Generation mit Energieeffizienzklasse IE4. Dabei sollen nach Möglichkeit Standardmotoren verwendet werden, um den jederzeitigen kurzfristigen Austausch eines defekten Motors zu gewährleisten. Die Rücklaufsperrn dieser Motoren müssen angepasst werden.

Die Motoren der Schneckenpumpen 5 und 6, welche nur bei starken Regenereignissen das Mischabwasser zum See hin entlasten und darum eher selten in Betrieb sind, werden beibehalten.

Im Ausführungsprojekt ist noch nachzuweisen, ob die neuen Motoren mit Energieeffizienzklasse IE4 oder IE3 wirtschaftlicher sind und ob die Ausrüstung der Regenwetter-Schneckenpumpe 4 mit neuem Motor und Frequenzumrichter sinnvoll ist.

4.6 EMSRL

Das Sanierungskonzept ist detailliert im Technischen Bericht (siehe Anhang) beschrieben

- Umbau und Erneuerung der EMSRL-Einrichtungen, BGG Engineering AG, 30.11.2017

4.7 Lüftung

Durch die neu eingesetzten Frequenzumrichter erhöht sich die Wärmelast (ca. 6 kW bei Trockenwetter, ca. 36 kW bei Volllast) im Raum. Sie wird bei Bedarf über ein neues Abluftkanalnetz mit Diffusionsgittern und Abluftventilator abgeführt. Die Steuerschränke der Frequenzumformer werden oben direkt an den Lüftungskanal angeschlossen. Die Fortluft wird an der Fassade gegen den Faulturm ausgeblasen. Die Drehzahl des Ventilators wird in Abhängigkeit der Raumtemperatur geregelt. Die Lieferung der kompletten Regelung erfolgt bauseits.

Mit der vorgeschlagenen pragmatischen Lösung kann die Abwärme bei Volllast bis zu einer Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Aussenluft von ca. 20K abgeführt werden. Die über die Fenster mit Flusengitter angesogene Ersatzluft ist unbehandelt. Der Abluftventilator und das Abluft-Kanalnetz wird in Standardqualität aus verzinktem Stahlblech ausgeführt.

4.8 Provisorien

Die Sanierung des Einlaufhebewerkes ist vom Abwasserzufluss abhängig. Die Abwasserförderung des Trockenwetteranfalls zur Kläranlage ist jederzeit zu gewährleisten, in speziellen Situationen kann das Regenbecken mit einem Inhalt von 560 m³ zur Zwischenspeicherung dienen (entspricht einer Stapelzeit von 1 bis 1.5 Stunden). Theoretisch ist bei Trockenwetter zusätzlich zum Regenbecken auch in den Kanalisationen Nutzvolumen zur Zwischenspeicherung vorhanden. Dieses beträgt bis zur Einstauhöhe von 395.00 m ü.M. 660 m³ (entspricht einer zusätzlichen Stapelzeit von 1 bis 1.5 Stunden) und bis zur Einstauhöhe 396.00 m ü.M. 1'430 m³ (entspricht einer zusätzlichen Stapelzeit von 2.5 bis 4 Stunden). Für die Nutzung dieser Kapazitäten ist aber unbedingt zu überprüfen, ob die Schneckenpumpen bei diesen Abwassermengen überhaupt wieder gestartet werden können.

Auf der elektrischen Seite wird als Vorbereitung des Umbaus ein Pumpenprovisorium für die Schneckenpumpe 1 (18,5 kW) und die Schneckenpumpe 3 oder 4 (55 kW) erstellt. Diese Schneckenpumpen können während der Umbauphase im Dauerbetrieb betrieben werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit provisorischen Schmutzabwasserpumpen (z.B. die ARA-eigene Vogel-sang-Pumpe mit einer Förderleistung von 50 l/s) einen Teilstrom oder die gesamte Zuflussmenge in den Zulaufkanal Rechenanlage nach den Absperrschützen zu fördern. Dies ist aber logistisch wegen den notwendigen Schläuchen eher umständlich.

Aus hydraulischer Sicht ist dank dem Umstand, dass die abwasserberührten Betonflächen in den Verteilrinnen in gutem Zustand sind, nur für den Ersatz des Trennschützen zwischen den Trocken- und den Regenwetterschneckenpumpen eine provisorische Absperrung zu erstellen. Solange diese installiert ist, muss die Schneckenpumpe 3 ausser Betrieb bleiben.

Auf jeden Fall ist für die Sanierung ein detailliertes Programm mit den vorgesehenen Zeiten der Ausserbetriebnahmen von Pumpen während der verschiedenen Phasen, mit den Zeitfenstern für Sanierungen in den Verteilrinnen und mit den jeweils vorgesehenen Provisorien zu erstellen. Das Wettergeschehen ist laufend zu beobachten, die entsprechenden Massnahmen sind im Voraus zu definieren. Ebenfalls sind Notfallszenarien aufzustellen.

5 Kostenvoranschlag

5.1 Zusammenfassung

Der Kostenvoranschlag weist eine Genauigkeit von +/- 10% auf

1	Vorbereitungsarbeiten	Fr.	5'300.00
21	Rohbau	Fr.	7'100.00
23	Elektroanlagen	Fr.	289'000.00
27	Ausbau	Fr.	40'400.00
5	Technisches Konto	Fr.	72'900.00
8	Elektromech. Ausrüstung	Fr.	32'400.00
9	Diverses, Unvorhergesehenes	Fr.	42'900.00
Total exkl. Mwst.		Fr.	490'000.00
MwSt. 8.0%		Fr.	39'200.00
Total inkl. MwSt.		Fr.	529'200.00

5.2 Detaillierter KV

BKP	Arbeiten	KV exkl. MWST.	
1	Vorbereitungsarbeiten		
113.0	Demontagen	3'100.00	
115.0	Bohr und Schneidearbeiten	1'000.00	
137.0	Provisorische Abschlüsse und Abdeckungen	1'200.00	
			5'300.00
21	Rohbau		
211.0	Baumeisterarbeiten	6'700.00	
211.1	Verputzarbeiten (äussere)	400.00	
			7'100.00
23	Elektroanlagen		
231.0	Schalt- und Steuerschrank	171'000.00	
232.0	Elektroinstallationen	35'000.00	
235.0	Messtechnische Ausrüstungen	24'000.00	
237.0	Automatisierungs- und Fernwirkssystem	39'000.00	
239.1	Doppelboden	11'000.00	
239.2	Provisorien und Demontagen	9'000.00	
			289'000.00
27	Ausbau		
244.0	Lüftungsanlagen	17'000.00	
254.0	Sanitärleitungen	7'500.00	
272.3	Metallbauarbeiten	11'800.00	
285.1	Innere Malerarbeiten	4'100.00	
			40'400.00
5	Technisches Konto		
592.0	Honorar Bauingenieur	20'000.00	
593.0	Honorar Elektroingenieur	48'500.00	
594.0	Honorar HLK-Ingenieur	4'400.00	
			72'900.00
8	Elektromech. Ausrüstung		
801.0	Elektrogeräte	32'400.00	
			32'400.00
9	Reserve		
999.0	Unvorhergesehenes ca. 10%	42'900.00	
			42'900.00
	Total exkl. Mwst.		490'000.00
	Mwst. 8%		39'200.00
	Total inkl. Mwst.		529'200.00
Der Kostenvoranschlag beruht auf folgenden Grundlagen:			
- Abbrüche und Demontagen:	Richtofferte Peterer Bauunternehmung		
- Baumeisterarbeiten:	Richtofferte Peterer Bauunternehmung		
- Malerarbeiten:	Richtofferte Malergeschäft Letti		
- Schütze:	Offerte Wild Regel- und Klärtechnik AG		
- Lüftungs- und Sanitäranlagen	Kostenschätzung Kempster und Partner AG		
- EMSRL und Doppelboden	Richtofferte BGG Engeneering AG		
- Elektrogeräte, Motorenersatz	Richtofferte HÄNY AG		

6 Termine

Genehmigung Sanierungskredit
Submissionen, Vergabe
Ausführungsplanung
Realisierung

Beko 14. Dezember 2017
BeKo März 2018
April – Juni 2018
August – November 2018

04.12.2017 / Werner Federer



0 2 4 m

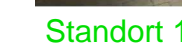


0 2 4 m



0 2 4 m

Age	Number of people
18-24	3.5
25-34	2.5
35-44	1.5
45-54	1.0
55-64	0.5
65+	0.2



Auftraggeber: Abwasserverband Morgental

Index	Datum	Änderungen	Gezeichnet
-------	-------	------------	------------

Format	Datum	Gezeichnet	Geprüft	Korrigiert
85 x 60	30.11.2017	RB	WF	
File	5716_001_EHW_171010.dwg			

5716-002

5716-002

Abwasserverband Morgental der Region Arbon

ARA Morgental Einlaufhebewerk

Umbau und Erneuerung der EMSRL-Einrichtungen

Technischer Bericht zum Bauprojekt



Abb. ARA-Einlaufhebewerk

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Veranlassung und Situation	3
1.1	Realisierungsumfang der EMSRL-Einrichtungen	4
2.	Steuerungskonzept	4
2.1	Steuerungskonzept allgemein	4
2.2	Energieversorgung	5
2.3	Energiemessung	5
2.4	Kompensationsanlage	6
2.5	Elektroinstallationen	6
2.6	Schalt- und Steuerschränke	7
2.6.1	Stromversorgung bei Netzausfall	8
2.7	Frequenzumformer	8
2.7.1	Prüfung möglicher Varianten zur Montage der Frequenzumformer (FU)	8
2.7.2	Entscheid zur Montage der Frequenzumformer	9
2.8	Prozessmesstechnik	9
2.9	Automatisierungssystem	9
2.10	Brandmeldeeinrichtungen	10
2.11	Unterbrechungsfreie Stromversorgung EMSRL-Einrichtungen	10
2.12	Blitz- und Überspannungsschutz	10
2.13	Raumlüftung	10
2.14	Umbaukonzept	11
2.14.1	Umbaukonzept allgemein	11
2.14.2	Provisorien	11
2.14.3	Ablauf des Umbaus	11
3.	Kostenvoranschlag EMSRL-Einrichtungen	12
3.1	Im Kostenvoranschlag nicht enthaltene Kosten	12
3.2	Im Kostenvoranschlag enthaltene Einrichtungen	12
3.3	Kostenbasis	12
4.	Beilagen	12

1. Veranlassung und Situation

Die EMSRL-Einrichtungen des Einlaufhebewerkes und der peripheren Anlagen, wie Rechenanlagen, Sandfang usw., wurden im Juni 1997 erstellt. Die Steuerungen dazu sind in der Schaltwarte SW16 untergebracht.

Infolge verfahrenstechnischer Anpassungen und Erweiterungen wurden im Laufe der Jahre punktuelle Umbauten vorgenommen. Unter anderem wurde bei der Erneuerung des Automatisierungssystems auch die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ersetzt. Die letzte Erweiterung betrifft die Prozessmesstechnik für das Regenklärbecken ARA, welche 2015 im Rahmen des Umbaus des Kommandoraumes in die Schaltwarte SW16 verlegt wurde. Der Grossteil der EMSRL-Einrichtungen ist jedoch bereits 20 Jahre alt und hat damit das Ende des Lebenszyklus erreicht.

Zudem wird das Einlaufhebewerk stark beansprucht. Dies äussert sich in einem erhöhten Verschleiss der entsprechenden Steuerungs- und Leistungsteile (NH-Sicherungen, Schütze, Sanftanlasser).

Das ARA-Einlaufhebewerk ist mit Ausnahme des ARA-Zwischenhebewerks die einzige verfahrenstechnische Teilanlage der ARA Morgental, deren EMSRL-Einrichtungen in den letzten Jahren noch nicht erneuert wurde.

Im Zusammenhang mit der Erstellung der künftigen Anlagen zur Elimination der Mikroverunreinigungen soll die zufließende Abwassermenge gleichmässiger und mengenabhängig auf die ARA gefördert werden. Dies erfordert eine dynamisch wirkende Anpassung der Pumpmengen. Erreicht wird dies mit dem Einsatz von Frequenzumformern, welche eine mengenabhängige Drehzahlregulierung für die drei Trockenwetterpumpen und eine Regenwetterpumpe ermöglichen.

Zu beachten gilt es in diesem Zusammenhang, dass die Drehzahl von Archimedesschrauben bzw. Schneckenpumpen nicht beliebig regelbar ist. Die Regelparameter sollen deshalb unter Beachtung des drehzahlabhängigen Pumpenwirkungsgrades vorgesehen werden.

Im Rahmen des Erneuerungsprojektes werden nun die Elektro-, Mess-, Steuerungs-, Regelungs- und Leiteinrichtungen (EMSRL) im Einlaufhebewerk saniert und auf den gleichen technischen Stand gebracht werden wie die kürzlich erneuerten Einrichtungen der ARA.

Für das EMSRL-Projekt wurde der BGG Engineering AG vom AVM am 14.08.2017 das Mandat erteilt, ein Bauprojekt mit Kostenvoranschlag auszuarbeiten.

Die verfahrenstechnischen Projektgrundlagen wurden von den Fischer Ingenieure AG erarbeitet und anlässlich der Sitzung vom 9. Oktober 2017 auf der ARA Morgental vorgestellt.

Weiter dienten zur Erstellung des Bauprojektes:

- Technischer Bericht und Kostenschätzung vom 18.07.2016 zum Vorprojekt
- Elektrodokumentation der bestehenden Einrichtungen
- Überarbeitetes EMSRL-Konzept der ARA Morgental
- Projektbesprechung und Aufnahmen vor Ort vom 9.10.2017
- Grundlagen der VSA-Fortbildungskurse "Automatisierungstechnik der Abwasserentsorgung"

1.1 Realisierungsumfang der EMSRL-Einrichtungen

Umbau und Erweiterung der EMSRL-Einrichtungen für folgende Aggregate bzw. Anlage-
teile erstellt:

- Schneckenpumpen 1 - 3 (Trockenwetterpumpen)
- Schneckenpumpe 4 - 6 (Regenwetterpumpen)
- Rechenanlage
- Rechengutwäscher komplett
- Sandwaschanlage komplett
- Sandfangräumer
- Hydraulikrechen Regenklärbecken ARA
- Rührwerke Regenklärbecken ARA
- Spülkippe Regenklärbecken ARA
- Lüftung Pumpenraum
- Lüftung Muldenraum
- Prozessmesstechnik
- Rückbau der nicht mehr benötigten EMSRL-Einrichtungen

2. Steuerungskonzept

2.1 Steuerungskonzept allgemein

Das Steuerungskonzept basiert auf dem Einsatz von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Zum Schutz von Personen und Aggregaten werden sicherheitsrelevante Signale zusätzlich zur SPS direkt in den Steuerstromkreisen der Aggregate verknüpft, damit diese auch unabhängig von der SPS abgeschaltet werden.

Es ist vorgesehen, dass sämtliche Aggregate unabhängig von der SPS ein- und ausgeschaltet werden können. Dazu werden vor Ort bei den Aggregaten Bedienelemente montiert. Sicherheitsrelevante Abschaltungen sind auch im Handbetrieb aktiv.

Auf den Einsatz von Bedienelementen im Schalt- und Steuerschrank kann gemäss dem Steuerungskonzept 2018 verzichtet werden. Eine Handbedienung, welche nicht direkt an den Aggregaten durchgeführt werden muss, erfolgt künftig entweder am Prozessleitsystem oder über Tablet.

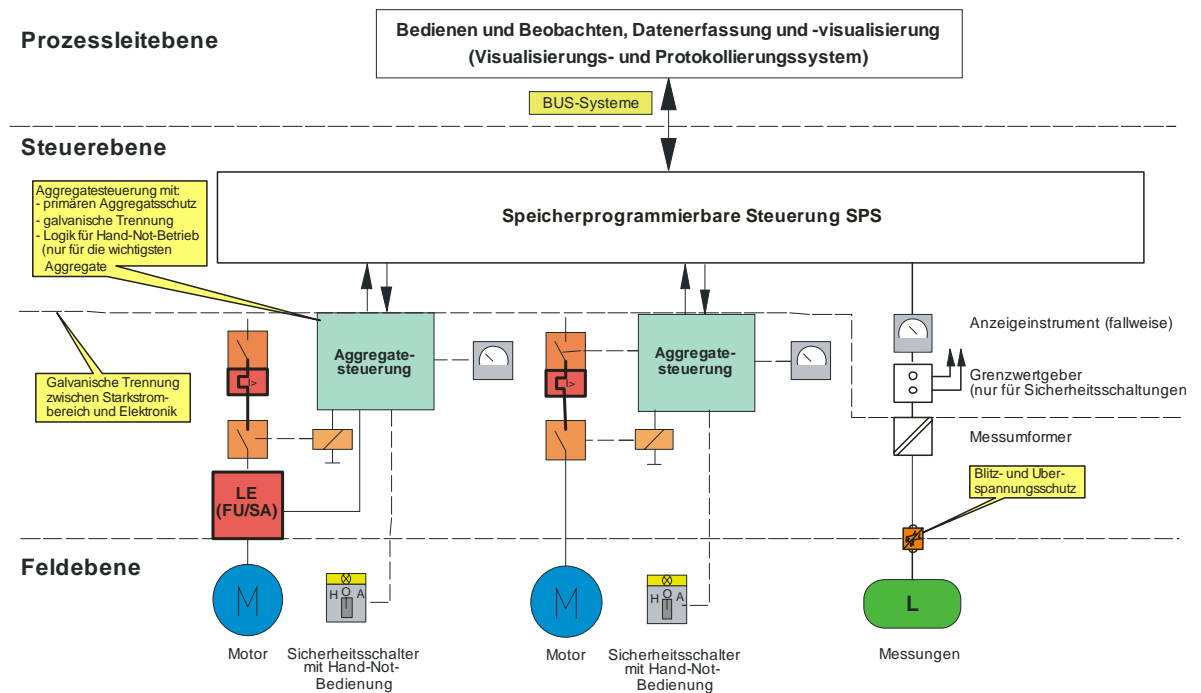


Abb. 2.1-1 Steuerungsprinzipschema

2.2 Energieversorgung

Die bestehende Energieversorgung ist auch für die künftig benötigten Pumpleistungen ausreichend. Eine Erweiterung ist nicht notwendig.

2.3 Energiemessung

Die Erfassung des Energieverbrauchs basiert auf dem Leitfaden des VSA "Energie in ARA". Dazu sind folgende Energiemessungen vorgesehen:

- Gesamtenergie SW16
- Trockenwetterpumpen 1-3
- Regenwetterpumpen 4 - 6
- Regenklärbecken
- Mechanische Reinigung

Der Energieverbrauch der Hilfsbetriebe ergibt sich aus der Berechnung Gesamtenergie SW16 abzüglich der vier Bereichsmessungen.

Mit diesen Messungen lassen sich die wichtigsten Energiewerte wie kWh, kVar, momentane Leistung, Spitzenwerke usw. des Pumpwerks erfassen und bei Bedarf optimieren.

2.4 Kompensationsanlage

Die ARA verfügt über eine zentral angeordnete Kompensationsanlage. Diese genügt auch weiterhin zur Kompensation der in den Aggregaten erzeugten Blindleistungen.

Durch den Einsatz von Frequenzumformern für die Hebeschnecken 1-4 reduziert sich im geregeltem Betrieb die gesamte Blindstrombelastung im Bereich des EHW.

Im Bypassbetrieb (100% Drehzahl FU) ergibt sich die gleiche Blindstrombelastung wie bei einem Betrieb ohne FU.

2.5 Elektroinstallationen

Die Elektroinstallationen werden soweit möglich beibehalten.

Anpassungen der Elektroinstallationen für die Prozessmesstechnik für die allgemeinen Einrichtungen wie Potentialausgleich, Beleuchtung und Lüftung im Elektroraum EHW und im ARA-Regenbecken sind notwendig.

Dabei ist berücksichtigt, dass sich ein Teil der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen befindet und der Ex-Schutzzone 2 zugeordnet ist. Es sind dies das Einlaufhebewerk und das Regenbecken. Hier muss die Elektroinstallation der Ex-Schutzkonformität der Zone 2 entsprechen.

Insgesamt sind die Elektroinstallationen entsprechend den aktuellen Anforderungen von ESTI und SUVA anzupassen und zu erneuern. Dazu ist folgendes vorgesehen:

- Kontrolle und eventuelle Anpassung der Potentialausgleichs- und Erdungsverbindungen;
- Alle neuen Installationen sind mit halogenfreiem Material vorgesehen;
- Künftige Kabelkanäle werden mit Ordnungstrennung für Stark- und Schwachstrom ausgeführt;
- Die Speisekabel für Antriebe mit Frequenzumformern werden gemäss den Vorschriften für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) mit abgeschirmten Kabeln ausgeführt;
- Die Ausführung der Sicherheitsschalter erfolgt entsprechend den Vorgaben der SUVA nach dem Prinzip "mittelbare Abschaltung";
- Infolge der Anpassung des Steuerungskonzeptes müssen die Sicherheitsschalter durch Schalter mit integrierter Nothandebene ersetzt werden;
- Für Servicezwecke sind Vor-Ort-Steckdosen-Verteiler vorhanden, eine Erweiterung dieser Einrichtungen ist nicht vorgesehen;
- Die Beleuchtungsinstallationen werden gemäss dem neuen Beleuchtungskonzept des AVM angepasst und erweitert.

2.6 Schalt- und Steuerschränke

Als Basis zur Erneuerung der EMSRL-Einrichtungen dient das Steuerungskonzept 2018.

Das Steuerungskonzept 2018 sieht vor, dass auf eine Handbedienmöglichkeit am Schaltschrank verzichtet wird. Dies ist möglich, da mit der flächendeckenden WLAN-Abdeckung innerhalb der ARA Tablets zur Vorortbedienung eingesetzt werden können. Für die Not-hand- bzw. Servicebedienung der Aggregate befindet sich jeweils beim Aggregat je ein abschliessbarer Sicherheitsschalter (siehe 2.2.5 Elektroinstallationen).

Auf der Schaltschranktüre werden jedoch weiterhin für jedes Aggregat folgende Anzeigen vorgesehen:

- Betriebszustand und Sammelstörung Aggregat
- Stromanzeige Aggregat

Das seit einigen Jahren in der ARA Morgental angewendete Schaltschrankaufbaukonzept sieht vor, dass die Ein- und Ausgabebaugruppen des Automatisierungssystems mit dem Einsatz von dezentraler Peripherie direkt bei den Steuerungseinrichtungen der Aggregate montiert werden. Damit kann auf die aufwendige Montage von Rangierverteilern verzichtet werden.

Das Einlaufhebewerk ist für den ordentlichen Betrieb der ARA Morgental unabdingbar und hat eine hohe Verfügbarkeit aufzuweisen. Dieser Punkt wird im Steuerungs- bzw. Regelungskonzept berücksichtigt.



Abb. 2.6-1 Schalt- und Steuerschrank SW16

Im Betriebsraum ist somit mit höheren Wärmeverlusten zu rechnen. Dies erfordert die Installation von entsprechenden Lüftungseinrichtungen (siehe Punkt 2.2.11).

2.6.1 Stromversorgung bei Netzausfall

Bei Netzausfall übernimmt das BHKW die Notstromversorgung der ARA.

Die Versorgung mit Notstrom erfolgt von der Niederspannungshauptverteilung NSHV01 über die normale Netzzuleitung. Eine eigentliche Noteinspeisung ist nicht vorgesehen.

Sicherstellung der Steuerstromversorgung bei Netzausfall siehe 2.2.11.

2.7 Frequenzumformer

Beim Einsatz von Leistungselektronik im Bereich drehzahlveränderlicher Antriebe mittels Frequenzumformer werden Oberwellen erzeugt. Diese sind unerwünscht und belasten die bestehenden Installationen und sind häufig die Ursache für Defekte an den EMSRL-Einrichtungen (z.B. Kompensationsanlagen).

Durch den Einsatz von Matrix-Frequenzumformern (rückspeisefähiger FU der neuesten Generation), können dank der eingebauten Filterelemente Oberwellen nahezu vermieden werden. Zudem enthalten diese FU bei 100% Last die Möglichkeit einer internen Überbrückung. Damit wird bei Volllast ein oberwellenfreier Betrieb und ein reduzierter Wärmeverlust der FU erreicht.

2.7.1 Prüfung möglicher Varianten zur Montage der Frequenzumformer (FU)

Für die Platzierung der Frequenzumformer wurden drei Varianten geprüft:

- Einbau der Frequenzumformer in den Schaltschrank SW16
- Je ein Schaltschrank pro Frequenzumformer direkt beim Schneckenantrieb
- Direkte Wandmontage (ohne Schutzgehäuse)

Variante 1: Einbau der FU in den Schaltschrank SW16

Aufgrund der bestehenden Platzverhältnisse ist es nicht möglich, die Frequenzumformer für die Schneckenpumpen 1 - 4 in die Felder 1 + 2 zu integrieren. Das vorliegende Konzept sieht vor, dass für die Schneckenpumpen 1 - 4 je ein Schrankfeld vorgesehen wird. Darin befinden sich jeweils die gesamte Hauptstrombeschaltung der Pumpe (Leistungsschalter, Hauptschutz und Frequenzumformer). Damit werden zwei zusätzliche Schrankfelder nötig, welche links an die bestehende Schaltwarte angereiht werden können.

Variante 2: Je ein Schaltschrank pro Frequenzumformer direkt beim Schneckenantrieb

In der Variante 2 ist pro Antrieb ein FU-Schrank direkt neben dem Schneckenmotor vorgesehen. Die Schaltschränke werden so montiert, dass die Zugänglichkeit und damit notwendige Servicearbeiten an den Schneckenantrieben möglichst nicht beeinträchtigt werden.

In den bestehenden Schrankfeldern befinden sich weiterhin die Hauptstrombeschaltung mit dem Leistungsschalter und dem Hauptschutz.

Variante 3: Wandmontage der FU

Eine direkte Wandmontage (ohne Schutzgehäuse) ist nicht möglich, da die einzusetzenden Frequenzumformer nur in der Schutzklasse IP20 erhältlich sind (Schutz gegen Berührung mit einem Finger bzw. Fremdkörper >12,5 mm).

2.7.2 Entscheid zur Montage der Frequenzumformer

In der Variante 1 müssen linksseitig am Schaltschrank nochmals zwei Schrankfelder ange-reiht werden. Das Fenster würde damit teilweise abgedeckt.

Bei einer FU-Montage gemäss Variante 2 (separate FU-Schränke direkt neben den Schneckenantrieben) sind die Servicearbeiten an den Schneckenantrieben und die allge-meine Zugänglichkeit zu den Schrankfeldern erheblich eingeschränkt.

Anlässlich der Vorbesprechung zum Bauprojekt am 21.November 2017 wurden die Varian-ten 1 und 2 von BGG vorgestellt und innerhalb des Projektteams besprochen.

Nach Klärung der Vor- und Nachteile wurde vom Projektteam beschlossen, dass im Bau-projekt die Variante 1 "Einbau der FU in den Schaltschrank SW16" berücksichtigt wird.

2.8 Prozessmesstechnik

Bis anhin wurden für die kontinuierliche Niveauerfassung im Einlaufhebewerk Perlrohr-druckmessungen verwendet. In Rahmen der Umbauten beim AVM sollen Perlrohrmessun-gen möglichst durch kontinuierlich messende Hängedrucksonden ersetzt werden. Die Ni-veaumessung im Pumpensumpf wird deshalb durch eine Hängedrucksonde ersetzt. Zudem ist zur Erhöhung der Anlageverfügbarkeit im Pumpensumpf eine zweite redundante Niveau-messung vorgesehen.

Die vorgesehene Prozessmesstechnik im Pumpensumpf des Einlaufhebewerkes und im Regenklärbecken ist für den Einsatz in der Ex-Schutzzone 2 zugelassen.

Ein Teil der Prozessmesstechnik, z.B. Regenklärbecken ARA, wurde 2015 umgebaut und erneuert. Die Prozessmesstechnik der peripheren Anlagen ist veraltet (Rechenanlage, Sandfang) und muss saniert werden.

2.9 Automatisierungssystem

Die ARA Morgental verfügt über ein modernes Automatisierungs- und Prozessleitsystem, welches von der Insoft Systems AG geliefert wurde, und sich im Einsatz in vielen Abwas-serreinigungsanlagen bestens bewährt hat. Dieses System lässt sich modular erweitern und den neuen Bedürfnissen entsprechend anpassen.

Das Bedienen und Beobachten der Anlagen der ARA und der ARA-Aussenwerke erfolgt über das zentrale Prozessleitsystem (PLS) im Kommandoraum der ARA sowie den zwei dezentralen Systemen im Labor und in der Unterwarte UW04.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wird das Automatisierungssystem umgebaut und erweitert. Dabei wird neu ebenfalls dezentrale Peripherie anstelle von zentral angeordneten SPS-I/O-Modulen eingesetzt. Damit kann auf die vorhandenen Rangierverteilungen ver-zichtet werden, und es entsteht zusätzlich Reserveplatz für Erweiterungen.

Anlässlich der Erneuerung der EMSRL-Einrichtungen im Elektroraum des Einlaufhebewer-kes soll die künftige Steuerung über den identischen automatisierungstechnischen Aufbau und somit über die bewährten Automatisierungsgrundfunktionen wie die bestehenden Au-tomatisierungssysteme der ARA verfügen.

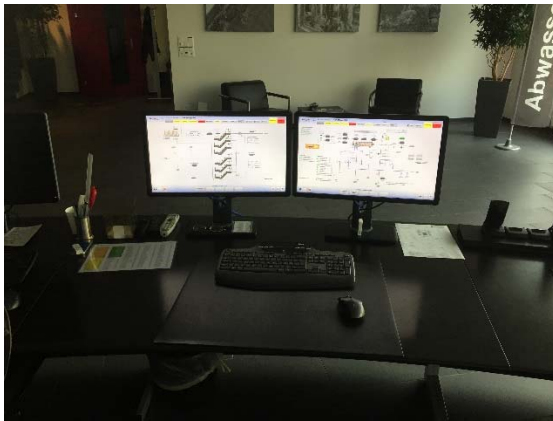


Abb. 2.9-1 Prozessleitsystem Kommandoraum AVM

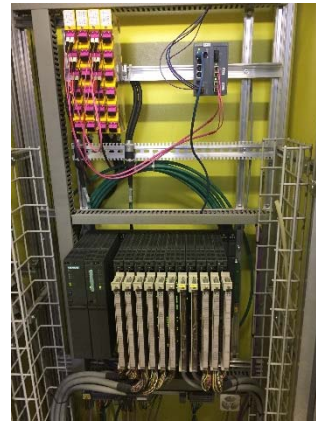


Abb. 2.9-2 Teilansicht Automatisierungssystem
SW14 Einlaufhebewerk

2.10 Brandmeldeeinrichtungen

Die ARA Morgental verfügt im Bereich des Betriebsgebäudes (inkl. dem Betriebsraum EHW) über eine Brandmeldeeinrichtung für Vollschutz. Diese Installationen können grundsätzlich weiterverwendet werden. Allenfalls sind Anpassungen in Bezug auf die Platzierung der vorhandenen Melder infolge baulicher Veränderungen notwendig (z.B. Raumlüftung).

2.11 Unterbrechungsfreie Stromversorgung EMSRL-Einrichtungen

Zur Sicherstellung der informations- und messtechnischen Funktionen sowie zur Stützung des Automatisierungs- und Prozessleitsystems während eventuellen Netzausfällen verfügt die ARA Morgental über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Die bestehende Einspeisung ab der USV-Anlage kann weiterverwendet werden.

2.12 Blitz- und Überspannungsschutz

Um einen möglichst weitgehenden Schutz vor Überspannungen zu gewährleisten, z.B. in Folge von Blitzeinschlägen, werden die EMSRL-Einrichtungen mit Blitz- und Überspannungsschutzeinrichtungen (Typ 1 bis 3) ausgerüstet.

2.13 Raumlüftung

Durch den Einsatz von Frequenzumformern ist mit erheblichen zusätzlichen Wärmeverlusten zu rechnen.

Siehe dazu das Lüftungskonzept des IB Kempter und Partner AG zum beiliegenden Projekt.

2.14 Umbaukonzept

2.14.1 Umbaukonzept allgemein

Der Umbau des Hauptstroms erfolgt grundsätzlich pro Aggregat. Damit dies möglich ist, werden für die neuen Steuerungseinrichtungen freie Ein-/ Ausgangsbereiche belegt. Damit wird während der Umbauphase ein Parallelbetrieb der noch nicht und der bereits umgebauten Steuerungseinrichtungen erreicht. Damit können aufwendige Provisorien im bestehenden Rangierverteiler vermieden werden.

2.14.2 Provisorien

Als Vorbereitung des Umbaus wird ein Pumpenprovisorium für die 18,5 kW- und eine 55 kW-Pumpe erstellt. Diese Schneckenpumpen können während der Umbauphase im Dauerbetrieb betrieben werden.

Weitere Provisorien sind für den Umbau der Steuerung der kompletten Rechenanlage notwendig.

2.14.3 Ablauf des Umbaus

- Erstellen der Provisorien für den Betrieb von zwei Hebeschnecken;
- Montage der zusätzlichen Felder 1 + 2 für die Hebeschneckensteuerungen 1 + 2.
- Anschluss der internen Stromversorgungen und der BUS-Anbindung der dezentralen Peripherie an die SPS.
- Umschliessen und Inbetriebnahme der Hebeschnecken 1 + 2.
- Demontage der Montageroste in den Feldern 3 + 4.
- Einbau der Montageroste in den Feldern 3 + 4.
- Umschliessen und Inbetriebnahme der Hebeschnecken 3 + 4.
- Demontage des Montagerostes und Montage des neuen Rostes in Feld 5.
- Umschliessen und Inbetriebnahme der Hebeschnecke 5.
- Demontage des Montagerostes und Montage des neuen Rostes in Feld 6
- Umschliessen und Inbetriebnahme der Hebeschnecke 6.
- Demontage Montagerost im Feld 7, inkl. Schwenkrahmen und prov. Aufstellung.
- Montage des neuen Montagerostes in Feld 7, Umschliessen aggregateweise vom alten auf den neuen Montagerost inkl. Inbetriebnahme.
- Demontage Montagerost von Feld 14, inkl. Schwenkrahmen und prov. Aufstellung.
- Montage des neuen Montagerostes in Feld 14, Umschliessen aggregateweise vom alten auf den neuen Montagerost inkl. Inbetriebnahme.
- Nach Abschluss des Umbaus können der Rangierverteiler und die nicht mehr benötigten I/Os der SPS demontiert werden.
- Demontage des alten Montagerostes Feld 11 und Montage des neuen Montagerostes in Feld 12, inkl. Umschluss und Inbetriebnahme.
- Einbau des neuen Montagerostes für die Grobabgänge in Feld 11 und Umschliessen der Grobabgänge von Feld 11 zu Feld 12.

3. Kostenvoranschlag EMSRL-Einrichtungen

3.1 Im Kostenvoranschlag nicht enthaltene Kosten

Im Kostenvoranschlag EMSRL nicht enthalten sind die Kosten für:

- Bauliche und hydraulische Einrichtungen;
- Elektromechanische Einrichtungen wie Pumpen, Rechen, Schieber, Lüftungsanlage usw.

3.2 Im Kostenvoranschlag enthaltene Einrichtungen

Der EMSRL-Kostenvoranschlag berücksichtigt alle bis zum Zeitpunkt der Bauprojekterstellung bekannten und notwendigen EMSRL-Einrichtungen. In den Kosten berücksichtigt sind auch Anpassungen vorhandener EMSRL-Einrichtungen soweit diese vom aktuellen Projekt betroffen sind.

3.3 Kostenbasis

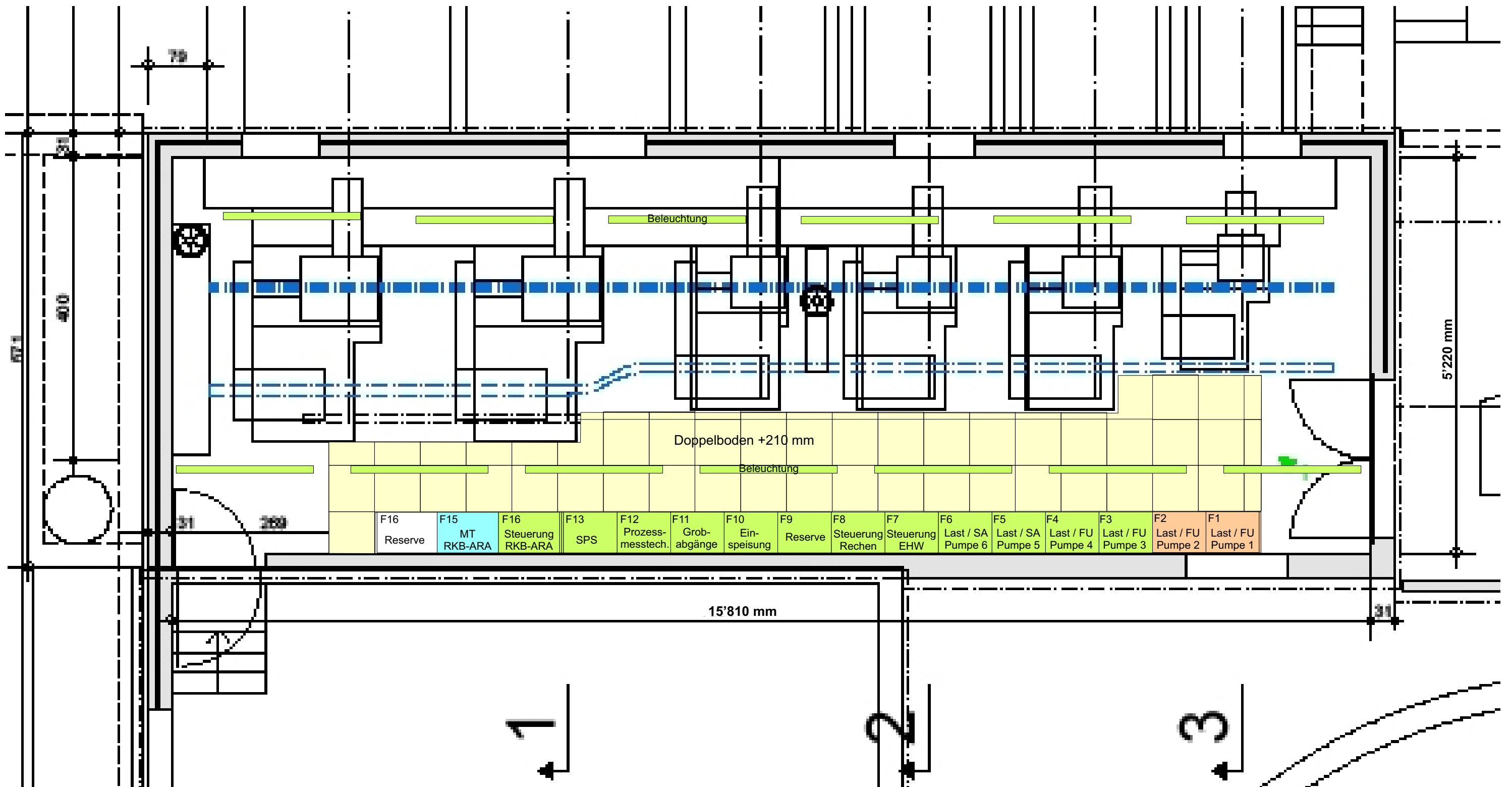
Die Ermittlung der approximativen Kosten erfolgte an Hand von Offerten und Kosten vergleichbarer Anlagen mit Preisstand 2017.

Der Kostenvoranschlag der Elektroinstallationen basiert auf einem Faktor von 0,75 gegenüber den offiziellen Tarifen.

Der KV EMSRL weist inkl. den Positionen für Unvorhergesehenes eine Genauigkeit von +/- 10% auf. Zu beachten gilt in diesem Zusammenhang, dass im EMSRL-Bereich immer wieder Schwankungen der Marktpreise feststellbar sind.

4. Beilagen

- Kostenvoranschlag mit Datum 30.11.2017
- Ansicht Schaltschrank SOLL
- Grundriss Elektroraum



Legende:

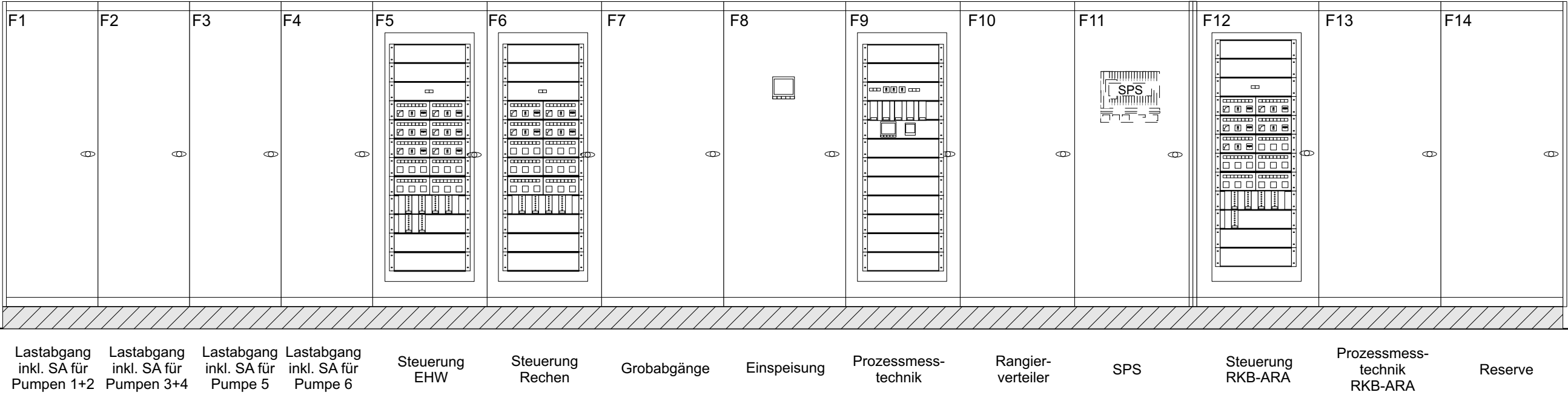
- Zusätzliche Schaltschrankfelder
- Umbau bestehende Schaltschrankfelder
- Anpassungen notwendig

B-G-G Engineering AG
 Elektroingenieure und Planer
 Schokoladenweg 6 CH-9011 St. Gallen

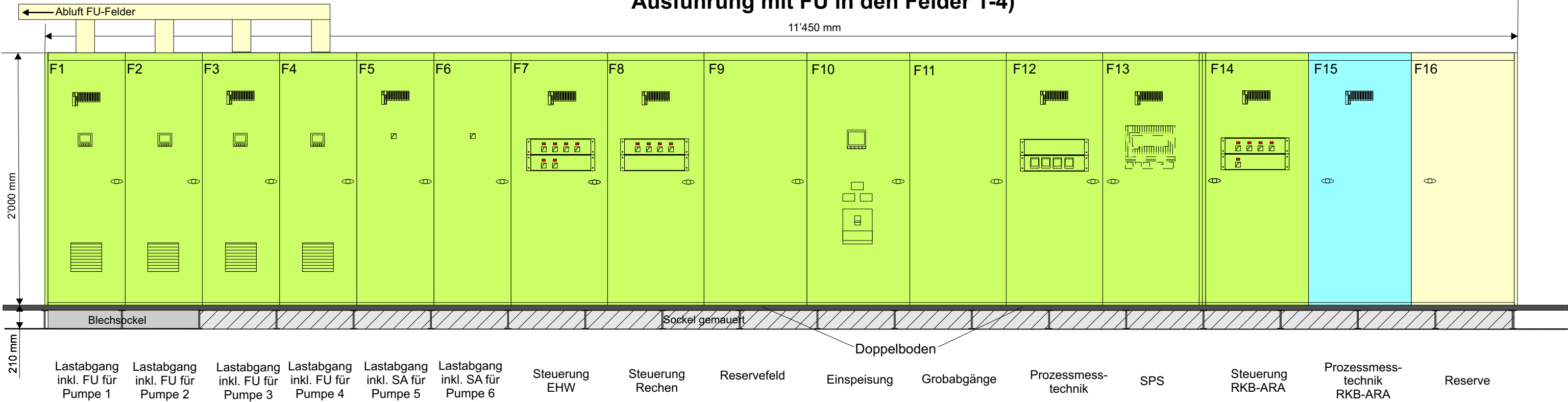
AVM, Abwasserverband Morgental
 Einlaufhebewerk; Grundriss Maschinenraum EHW

Gez.	BGG/Gd	Rev. 21.11.2017
Dat.	15.11.2017	Rev.
Nr.	11.0196/42.101	

IST-Situation



SOLL-Situation
Ausführung mit FU in den Felder 1-4)



- Umbau und Sanierung EHW
- Anpassung ans neue Steuerungskonzept
- Keine Anpassungen notwendig

Kostenvoranschlag für den Umbau und die Erweiterung der EMSRL-Einrichtungen im Einlaufhebewerk

Im Kostenvoranschlag sind folgende Leistungen enthalten:

- Umbau und Erweiterung Schalt- und Steuerschrank
- Ausrüstung der Schneckenpumpen 1-4 mit Frequenzumformer für eine mengengeregelte ARA-Beschickung
- Ausrüstung der Regenschneckenpumpen mit neuen Sanftanlassern
- Umbau und Sanierung der allgemeinen Schaltschrankeinrichtungen
- Umbau und Sanierung der Pumpen-, Rührwerk- und Schützensteuerungen gemäss neuem Steuerungskonzept
- Umbau und Sanierung der Prozessmesstechnik
- Umbau und Erweiterung des Automatisierungs- und Prozessleitsystems
- Umbau, Sanierung und Erweiterung der Elektroinstallationen
- Inbetriebnahme

		KV in CHF, exkl. MWST	
	Total Elektroinstallationen	35'000.--	
	Total Baumeisterarbeiten	sep. KV	
	Total Schalt- und Steuerschrank	171'000.--	
	Total Doppelboden	11'000.--	
	Total Prozessmesstechnik	24'000.--	
	Total Automatisierungs- und Prozessleitsystem	39'000.--	
	Total Provisorien und Demontagen	9'000.--	
	Zwischentotal EMSRL-Einrichtungen	289'000.--	
	Unvorhergesehenes 10%	28'900.--	
	Nebenkosten		
	Planung und Bauleitung EMSRL	47'500.--	
	Fotokopien und Spesen	1'000.--	
	KV-Grundlagen		
	Aufnahmen vor Ort 06.06.2016		
	Besprechung ARA Morgental am 9.10.2017		
	Bestehende Unterlagen SW16		
	Rundung	100.--	
	Total Kostenvoranschlag, exkl. MWST	366'500.--	

Im KV nicht enthalten sind:

- Baumeisterarbeiten
- Lieferung und Montage der Aggregate
- Rohrleitungsarbeiten
- Lüftungseinrichtungen Elektroraum