



ARA Gossau-Grüningen
Kanton Zürich

Bauprojekt Elimination Mikroverunreinigungen

Technischer Bericht

Objekt Nr. 8457.79
Zürich, 01. November 2018

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: ARA Gossau-Grünigen: Elimination Mikroverunreinigungen

Teilprojekt: Bauprojekt

Erstelldatum: 15. Oktober 2018

Letzte Änderung: 01. November 2018

Autor: Hunziker Betatech AG
Bellariastrasse 7
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch

Andreas Büeler, Christoph Rüesch, Stefan Roffler,
Rolf Burch (Prolewa Elektro-Engineering AG, Inwil)
Koref. Simone Bützer

Datei:

Q:\Projekte\8000\8400e\8457 ARA Gossau-Grünigen\8457.79 PAK BP\04 Berichte\8457.79-181101-b-BP MV.docx

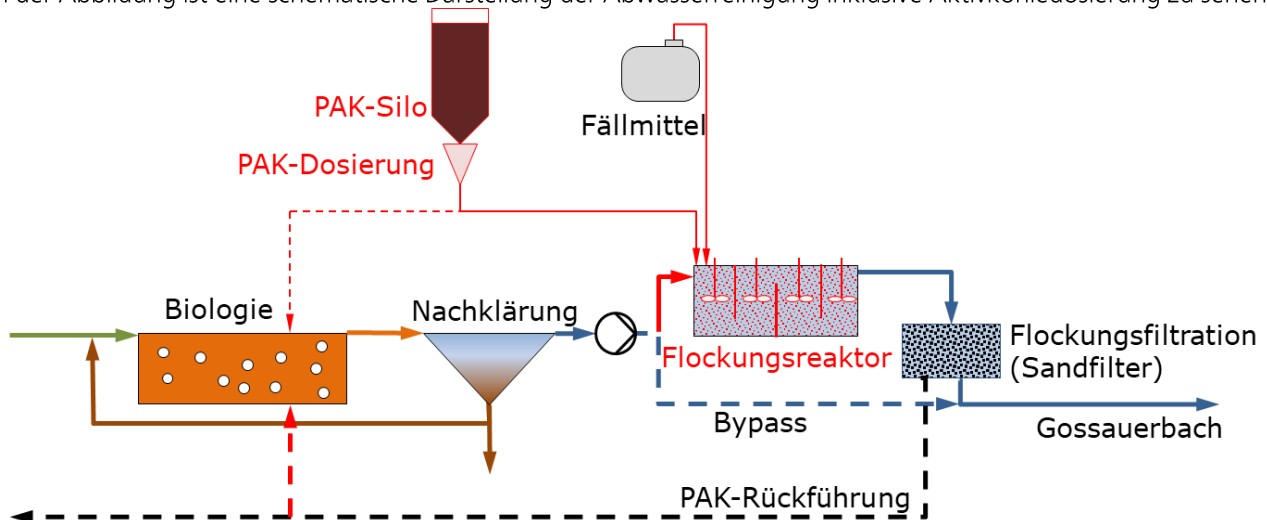
Kurzbeschreibung

Seit 2016 fordert das Gewässerschutzgesetz, dass kleinste Verunreinigungen, wie zum Beispiel Medikamentenrückstände, Hormone oder Pestiziden aus dem Abwasser zu reinigen sind (Mikroverunreinigungen). Aus diesem Grund wurde in einem ersten Schritt der Einsatz von Ozon und Aktivkohle geprüft. Massgebenden Anteil für die Entscheidung gegen Ozon, hatte die hohe Konzentration an Bromid im Abwasser. Als Quelle dieser hohen Bromidkonzentrationen konnte das Abwasser der Deponie Wissenbüel ausgemacht werden. Das Problem an der Reaktion von Ozon und Bromid ist das entstehende Produkt Bromat, welches für den Menschen krebserregend sein kann. Deshalb wurde für die ARA Gossau-Grünigen eine Aktivkohledosierung vorgesehen. Die Aktivkohle wird als Pulver auf die Filtration dosiert. In einem vorgeschalteten Reaktionsbecken wird dafür gesorgt, dass genügend Zeit für die Bindung der Mikroverunreinigungen an die Aktivkohle besteht. In der Filteranlage wird die Aktivkohle zurückgehalten. Das Schlammwasser, welches bei der Rückspülung entsteht, wird neu saisonal abhängig in die Biologie zurückgeführt. Dadurch kann die Adsorptionskapazität der Aktivkohle besser ausgenutzt werden.

Die Aktivkohle wird in einem Silo gelagert, welches für ein grosses Fahrzeug (40t) erreichbar sein muss. Weil das gefüllte Silo ein enorm hohes Gewicht von insgesamt fast 60 Tonnen aufweisen wird, mussten geologische Untersuchungen durchgeführt werden. Anhand dieses Gutachtens konnte eine Variante für eine Bodenplatte ausgearbeitet werden, um diese Lasten tragen zu können.

Die Dosiervorrichtung wird direkt unterhalb am Silo angebracht und ist ein sehr kritischer Anlagenteil. Die Kohle muss in Suspension gebracht werden, damit sie mittels Brauchwassers zur Dosierstelle befördert werden kann. Ist dieser Prozess nicht optimal geplant, kann es zu Verstopfungen der Dosieranlage und den Leitungen kommen, was für das ARA Personal hohen Reinigungsaufwand bedeuten kann.

In der Abbildung ist eine schematische Darstellung der Abwasserreinigung inklusive Aktivkohledosierung zu sehen.



Die Inbetriebsetzung der Anlage ist auf den Frühling 2021 geplant, so dass die ARA Gossau Grünigen ab dem Januar 2022 von den Abgaben für die Mikroverunreinigungen mit 9 CHF/E befreit wird. Diesen Abgaben werden in Zukunft die Betriebskosten der neuen Anlagestufe entgegenstehen.

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einführung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Projektziele	6
1.3 Projektabgrenzung	6
2 Einleitbedingungen	7
3 Dimensionierungsbelastung	8
3.1 Prognose der zukünftigen Belastung	8
3.2 Dimensionierungsbelastung für Ausbau	8
3.3 Belastung Stufe Elimination von Mikroverunreinigungen	8
4 Auslegung der PAK-Dosierung	9
5 Hydraulik	10
5.1 Hydraulisches Konzept für den Normalbetrieb	10
5.2 Hydraulisches Konzept für den Sonderbetrieb	10
6 Projektumfang und -beschreibung	11
6.1 Grundsätze	11
6.2 Mehrstrassigkeit und Redundanz	11
6.3 Standort	12
6.4 Verfahrensschema	14
6.5 Bauliche Massnahmen	15
6.6 Lagerung und Dosierung PAK	18
6.7 Flockungsreaktor	19
6.8 Filtration	21
7 EMSRL-Konzept (Prolewa Elektro-Engineering AG)	23
7.1 Ausgangslage	23
7.2 Energieversorgung	23
7.3 Erschliessung	24
7.4 Schaltgerätekombination	24
7.5 Pneumatikverteilung	25
7.6 Elektroinstallationen	25
7.7 Automatisierungssystem	26
7.8 Messtechnik	27
7.9 Korrosionsschutzkonzept	27
7.10 Provisorien	27
8 HLKS-Konzept	28
8.1 Heizung	28
8.2 Lüftung	28
8.3 Sanitär	28
9 Weitere Konzepte	29
9.1 EX-Schutzkonzept	29
9.2 Materialisierungskonzept	30



10	Analyse der Projektrisiken	31
10.1	PAK-Rückhalt allgemein	31
10.2	Beurteilung MV-Projekt ARA Gossau-Grüningen	32
11	Weitere projektrelevante Aspekte	33
11.1	Nachbarschaft	33
11.2	Umweltaspekte	33
11.3	CE-Konformität	33
12	Kosten	34
12.1	Grundlagen	34
12.2	Kostenvoranschlag	34
12.3	Begründung der Mehrkosten gegenüber Kostenschätzung aus Vorprojekt	35
12.4	Fördermittel MV-Stufe	36
12.5	Finanzplanung Investitionen / Zahlungsplan BAFU	37
12.6	Betriebskosten	37
13	Bauetappen	38
14	Terminprogramm	39
14.1	Ablauf Planungs- und Bewilligungsverfahren	39
14.2	Meilensteine	40
15	Empfehlung, weiteres Vorgehen	40
16	Verzeichnisse	41
16.1	Abkürzungsverzeichnis	41
16.2	Literaturverzeichnis	42
17	Beilagen	43

Zusammenfassung

Die ARA Gossau-Grünigen ist gemäss der per 1. Januar 2016 revidierten Gewässerschutzgesetzgebung verpflichtet, **Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen (MV)** zu ergreifen. Grund ist das ungünstige Verdünnungsverhältnis im Vorfluter. Die Anlage ist heute auf eine Schmutzstoffbelastung von 15'000 EW dimensioniert. Hydraulisch wird die Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf maximal 165 l/s ausgelegt. Dies entspricht unverändert der Auslegung der Biologie und Sandfiltration und ergibt sich aus Q_{\max} plus Rückläufen aus der Filtration ($Q_{\max} = 152 \text{ l/s}$, $Q_{\text{TW}} = 76 \text{ l/s}$).

Auf Basis einer Verfahrensevaluation fiel der Entscheid auf das Verfahren der **Dosierung von Pulveraktivkohle (PAK) vor die bestehende Sandfiltration**, mit möglicher Rückführung in die Biologie. Die ARA-Kommission hat das für dieses Verfahren erarbeitete **Vorprojekt** am 29.11.2017 genehmigt [2] und das BAFU hat am 18.05.2018 die Gesetzeskonformität bestätigt [3]. In diesem Bericht präsentieren wir das **Bauprojekt** für die neue Reinigungsstufe zwecks Elimination von Mikroverunreinigungen. Die im Vorprojekt geplanten Massnahmen wurden nach neusten Erkenntnissen aktualisiert.

Massnahmen: Als wichtigste Massnahme planen wir die Installation eines Silos zur Lagerung der PAK, mit einer in der Silozarge integrierten Anlage zur Aufbereitung und Dosierung der PAK. Das zwecks MV-Elimination bereits erstellte und heute ungenutzte Kontaktbecken wird künftig als Flockungsreaktor genutzt. Dafür projektieren wir eine Beschickungsleitung, zwei zusätzliche Zwischenwände und vier Rührwerke. Die bestehende Sandfiltration wird zur Überwachung und Minimierung des PAK-Schlupfs mit zusätzlicher Messtechnik versehen, dazu installiert der Ausrüster im Ablauf des Sandfilters pro Filterzelle eine Trübungsmessung. Zur Regelung der PAK-Dosierung sehen wir je eine UV-Absorbanzmessung in Zulauf und Ablauf der MV-Stufe vor. Neue Rohrleitungen werden installiert für die Verbindung der PAK-Anlage zu den Dosierstellen und für die Rückführung der PAK (mit dem Schlammwasser) in die Biologie. Die PAK-Suspension wird in die Beschickungsleitung zum Flockungsreaktor zudosiert. Es wird auch die Möglichkeit der PAK-Direktodosierung in die Biologie vorgesehen: Durch eine zusätzliche Leitung für die PAK-Suspension in die Biologie wird verfahrenstechnische Redundanz bzw. Flexibilität geschaffen. Für den Bedarf der PAK-Anlage wird eine neue Druckluftanlage projektiert. Das benötigte Brauchwasser wird ab der bestehenden Brauchwasseranlage bezogen.

EMSRL: Das detaillierte EMSRL-Konzept wurde vom Elektroplaner Prolewa Elektro-Engineering AG definiert. Steuerungstechnisch wird die gesamte PAK-Anlage in die übergeordnete Anlagensteuerung integriert. Die Automation der neuen Verfahrensstufe erfolgt über die bestehende speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) in der Unterverteilung der Filtration (UV 3).

Kosten: Die Gesamt-Investitionskosten für die MV-Stufe inklusive der bereits geleisteten Vorinvestitionen belaufen sich auf rund **1.74 Mio. Fr. (exkl. MwSt.)**. Abzüglich der bereits geleisteten Vorinvestitionen bis und mit Bauprojekt betragen die Kosten noch **1.32 Mio. Fr. (exkl. MwSt.)**. Zu den Vorinvestitionen zählen nebst den bisher aufgelaufenen Planerleistungen insbesondere die Kosten für den Bau des 2012-2013 als Teil des Filtergebäudes erstellte **Kontaktbecken (rund 0.3 Mio. Fr. exkl. MwSt.)**.

Bundesbeiträge: Die Erstinvestitionen für MV-Anlagen sind zu 75% durch Bundesbeiträge finanziert. Dabei sind nur die Anteile der Anlage beitragsberechtigt, welche für die Elimination von MV benötigt werden [14]. Die Kosten für das bestehende Kontaktbecken werden ebenfalls berücksichtigt, weil Abgeltungen für die MV-Stufe auch rückwirkend werden gewährt, wenn mit der baulichen Realisierung nach dem 01.01.2012 begonnen wurde. Eine definitive Aussage über die Höhe der Abgeltungen und Teilzahlungen kann erst nach Erhalt der definitiven Zusicherung des BAFU gemacht werden.

Terminplanung: Im Hinblick auf spätere synchronisierte Sanierungen sollen Anlagenteile der Filtration und der noch zu errichtenden MV-Stufe altersmässig nicht zu stark voneinander abweichen. Dies bedingt eine umgehende Realisierung. Zudem hat das Projektteam die Termine mit dem Vorgehen gemäss Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [14] abgeglichen. Um die Abgabenbefreiung ab 2022 zu erlangen, muss die Schlussabrechnung bis am 30. September 2021 dem Kanton vorliegen. Die Realisierung soll im Sommer 2020 bis Sommer 2021 erfolgen.

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Die ARA Gossau-Grünigen ist gemäss revidierter Gewässerschutzgesetzgebung verpflichtet, Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen (MV) zu ergreifen. Grund ist das ungünstige Verdünnungsverhältnis im Vorfluter. Die Anlage ist heute auf eine Schmutzstoffbelastung von 15'000 EW dimensioniert. Hydraulisch wird die Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf maximal 165 l/s ausgelegt. Dies entspricht unverändert der Auslegung der Biologie und Sandfiltration und ergibt sich aus Q_{\max} plus Rückläufen aus der Filtration ($Q_{\max} = 152 \text{ l/s}$, $Q_{\text{TW}} = 76 \text{ l/s}$).

Im Auftrag der ARA-Kommission hat die Hunziker Betatech AG in einer Verfahrensevaluation die am besten geeignete Variante zur Elimination von MV auf der ARA Gossau-Grünigen ermittelt [1]. Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen fiel der Entscheid auf das Verfahren der Dosierung von Pulveraktivkohle (PAK) vor die bestehende Sandfiltration, mit möglicher Rückführung in die Biologie. Für dieses Verfahren hat die Hunziker Betatech AG ein Vorprojekt erarbeitet [1]. Das Vorprojekt wurde am 29.11.2017 von der ARA-Kommission genehmigt [2]. Der Kanton Zürich hat das Projekt zum Ausbau der ARA Gossau-Grünigen zur Anhörung beim Bund eingereicht. Das BAFU hat am 18.05.2018 die Gesetzeskonformität bestätigt [3].

Die ARA-Kommission hat die Hunziker Betatech AG im November 2017 mit der Ausarbeitung des Bauprojekts beauftragt [2]. In diesem Bericht präsentieren wir das Bauprojekt für die neue Reinigungsstufe zwecks Elimination von Mikroverunreinigungen.

1.2 Projektziele

Für das Verfahren der Dosierung von PAK vor die bestehende Sandfiltration wurde ein Bauprojekt erstellt. Die Leistungen der folgenden Positionen hat die Hunziker Betatech als Gesamtplaner für Bau, Verfahren und HLKS, aber exklusive Elektroplanerleistungen erbracht:

- Erarbeitung eines Bauprojekts mit Technischem Bericht und Ausweisung des Projektkredits (Kostenvoranschlag +/- 10%) und Betriebskostenschätzung,
- Erstellung der Planunterlagen mit den Massnahmen (Grundrisse und Schnitte, R+I-Schema),
- Mithilfe bei der Erstellung der Projektunterlagen für die Kreditgenehmigung,
- Erstellung der Baueingabeunterlagen für das anschliessende Baubewilligungsverfahren,
- Koordination der Eingabe des Projekts via Kanton beim Bund: Auf Basis des Bauprojekts erfolgt das Gesuch um Zusicherung der Bundesabteilungen [14].

Das Bauprojekt wurde wie bereits das Vorprojekt in enger Zusammenarbeit mit dem ARA-Betrieb, der ARA-Kommission und dem AWEL ausgearbeitet.

1.3 Projektabgrenzung

Das Bauprojekt basiert auf dem Verfahrensentscheid des Vorprojekts. Der Verfahrensentscheid wurde unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen zu jenem Zeitpunkt gefällt. Im Frühling 2018 hat die Handelskammer Deutschland Schweiz die ARA Gossau-Grünigen in einem Schreiben auf ein neues Verfahren aufmerksam gemacht, wofür sie Testbetriebe suchen. Dabei handelt es sich um das Saratech[®]-Verfahren der Blücher GmbH, wo mit einer patentierten Aktivkohle aus einem synthetischen Material gearbeitet wird, welche vor Ort regeneriert werden soll. Dieses Verfahren ist zurzeit noch weit davon entfernt, Stand der Technik zu werden. Für die ARA Gossau-Grünigen besteht kein triftiger Grund, den Verfahrensentscheid wegen laufender Marktentwicklungen nochmals zu hinterfragen. Im Bauprojekt wurden darum keine neuen Verfahren betrachtet.



2 Einleitbedingungen

Grundsätzlich gelten die Einleitgrenzwerte und Wirkungsgrade gemäss der heute geltenden eidgenössischen Gewässerschutzverordnung über Abwassereinleitung. Zusätzlich gelten die verschärften Einleitbedingungen gemäss AWEL (gemäss Baubewilligung BVV 13-0731 vom 22.10.2013) [9]. Tabelle 1 listet die Einleitbedingungen auf:

Tabelle 1: Einleitbedingungen seit 2014 und zusätzliche Einleitbedingungen für Spurenstoffe (MV) nach Ausbau

Parameter	Abk.	Anforderung	Höchstwert	Abbauleistung
Gesamte ungelöste Stoffe	GUS	5 mg/l	20 mg/l	
Biochemischer Sauerstoffbedarf	BSB ₅	10 mg/l	30 mg/l	≥ 90%
Chemischer Sauerstoffbedarf ²⁾	CSB	40 mg/l		
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	10 mg/l	20 mg/l	≥ 85% bez. TOC
Ammonium-Stickstoff ¹⁾	NH ₄ -N	1.0 mg/l		≥ 90% bez. TKN
Nitrit-Stickstoff ²⁾	NO ₂ -N	0.3 mg/l		
Stickstoff total ³⁾	N _{tot}			
Phosphor total ⁴⁾	P _{tot}	0.2 mg/l		≥ 80%
Durchsichtigkeit nach Snellen		> 30 cm		> 30 cm
Organische Spurenstoffe ⁵⁾	MV			≥ 80%

¹⁾ Gilt für Abwassertemperaturen von mehr als 10°C.

²⁾ Richtwert

³⁾ Anlagen, bei denen keine Abflusskonzentration und kein Reinigungseffekt für Gesamtstickstoff festgelegt sind, müssen so betrieben werden, dass bei der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung möglichst viel Stickstoff eliminiert wird. Bauliche Anpassungen sind so weit vorzunehmen, als dies mit geringem Aufwand möglich ist; dies gilt insbesondere für Anlagen, die bereits eine Nitrifikation durchführen (GSchV 1998).

⁴⁾ Da die ARA Gossau-Grünigen im Einzugsgebiet des Greifensees liegt, gelten bezüglich Phosphors strengere Einleitbedingungen als nach GSchV.

⁵⁾ Einleitbedingungen bezüglich Mikroverunreinigungen; Überprüfung gemäss Verordnung des UVEK [13]: Weil auch die biologische Stufe einen Teil der Mikroverunreinigungen eliminiert, wird die Eliminationsrate über den Vergleich von Zulauf zur ARA zu Auslauf der ARA bestimmt. Die Anzahl der zu messenden Substanzen soll möglichst geringgehalten werden. Daher wird die Elimination von MV anhand einer Stoffpalette von Indikatormaterialien gemessen und quantifiziert. Diese Stoffpalette umfasst zwölf Substanzen, die in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie 1 (sehr gut entfernbar): Amisulprid, Carbamazepin, Citalopram, Clarithromycin, Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Metoprolol, Venlafaxin
- Kategorie 2 (gut entfernbar): Benzotriazol, Candesartan, Irbesartan, 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol als Gemisch

Zur Überprüfung der Reinigungsleistung sollen mindestens sechs dieser Stoffe bestimmt werden, vier aus der Kategorie 1 und zwei aus der Kategorie 2. Das Verhältnis der Substanzen der Kategorie 1 zu den Substanzen der Kategorie 2 muss 2:1 betragen. Die zur Berechnung herangezogenen Substanzen im Zulauf der ARA müssen in einer Konzentration vorhanden sein, die mindestens das 10-fache der Bestimmungsgrenze der analytischen Methode beträgt. Sind weniger als sechs Substanzen in einer ausreichenden Konzentration vorhanden, legt die kantonale Behörde in Absprache mit dem Bundesamt für Umwelt soweit sinnvoll weitere Substanzen zur Berechnung des Reinigungseffektes fest.

Der massgebende Reinigungseffekt wird durch das arithmetische Mittel des Reinigungseffektes aller zur Berechnung herangezogener Substanzen ermittelt. Dadurch wird sichergestellt, dass ein breites Spektrum an MV aus dem Abwasser entfernt wird und auch ein optimaler Betrieb gewährleistet ist. Die verwendeten Messmethoden haben den anerkannten Regeln der Technik zu entsprechen.

3 Dimensionierungsbelastung

3.1 Prognose der zukünftigen Belastung

Das AWEL prognostiziert für 2025 als MV-Ausbauziel 14'000 angeschlossene Einwohner [16]. Die hydraulische Belastung und die Schmutzstoffbelastung wurden im Projekt für Filter / Gasspeicher [5] für das Jahr 2025 als Ausbauziel prognostiziert. Die Schmutzstoffbelastung inkl. Reserve wurde zu 15'000 EW prognostiziert. Per Ende 2017 wiesen Gossau und Grüningen zusammen 13'300 natürliche Einwohner auf [9]. Das Projekt zum Bau der neuen Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen stützt sich auf diese Prognosen.

3.2 Dimensionierungsbelastung für Ausbau

Die Auslegungswerte wurden aus dem Bauprojekt für Filter / Gasspeicher für das Ausbauziel 2025 [5] und dem Bauprojekt Sanierung Biologie [6] übernommen. Dieselben Werte zur Dimensionierung gelten für die Stufe zur Elimination von MV. Das gesamte Abwasser wird auch über die MV-Stufe geführt. Dies entspricht der Empfehlung des VSA [15]. Dem vorliegenden Projekt für die MV-Stufe werden darum folgende Dimensionierungswerte zugrunde gelegt:

- Schmutzstoffbelastung: **15'000 EW**
- Hydraulische Belastung bei Trockenwetter (16h-Mittel) ($Q_{TW, max}$) 76 l/s
- Maximale hydraulische Belastung exkl. Rückläufe aus Filtration ($2 * Q_{TW, max} = Q_{max}$): 152 l/s
- Maximale hydraulische Belastung inkl. Rückläufe aus Filtration ($Q_{dim. MV}$): **165 l/s**

3.3 Belastung Stufe Elimination von Mikroverunreinigungen

Bei der Dimensionierung der ARA 1971 wurde mit einem mittleren täglichen Trockenwetterzufluss von rund 3'700 m³/d gerechnet. In den Jahren 2016 und 2017 lag dieser bei 3'953 und 3'570 m³/d. Dies ergibt bei einem Stundenteiler von 16 h einen mittleren Trockenwetterzufluss von 69 bzw. 62 l/s [9].

Die mittlere Zulaufmenge aller Tage betrug 5'496 m³/d (2016) respektive 4'946 m³/d (2017). Dies ergibt bei einem Stundenteiler von 16 h eine mittlere Zulaufmenge von 95 bzw. 86 l/s [9].

Verschiedene Inhaltsstoffe können einen bedeutenden Einfluss auf den Betriebsmittelverbrauch und somit auf die Betriebskosten haben. Die organische Hintergrundmatrix konkurriert mit den MV um die freien Bindungsstellen auf der Aktivkohle. Bei erhöhten DOC-Konzentrationen steigt daher der Kohleverbrauch entsprechend an. Erhöhte GUS-Werte führen zu vermehrtem Bedarf an Filterrückspülungen.

Gemäss Betriebsdaten [8] lag im Jahr 2017 der Mittelwert im Ablauf NKB für GUS bei 4.4 mg/l (85%-Wert: 5.8 mg/l). Basierend auf Messungen von AWEL, Envilab und Eawag wird der DOC im Mittel auf rund 5.5 mg/l geschätzt. Aufgrund der sehr guten Leistung von Biologie und Nachklärung bzw. basierend auf den heute guten Ablaufwerten NKB sind wirtschaftlich tragbare Betriebsmittelverbräuche für nachgeschaltete PAK-Verfahren zu erwarten.

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurden für die ARA Gossau-Grüningen gut geeignete PAK-Produkte und die benötigten Dosiermengen ermittelt [4]. Es wurden mehrere potentiell gut geeignete Pulveraktivkohlen gefunden. Die Selektion der PAK erfolgt nach wirtschaftlichen Kriterien (Eliminationsleistung und Preis). Da die Preise von sehr vielen Faktoren abhängen, können hier keine allgemein gültigen Preise der einzelnen Produkte angegeben werden. Für die gut geeigneten Produkte müssen die Lieferpreise im Einzelfall angefragt werden. Insgesamt wurde auf Basis der Versuche abgeschätzt, dass bei einer Dosierung zwischen 2.5 bis 3 g PAK/g DOC im Mittel eine 80%-Elimination der Leitsubstanzen erreicht werden kann.

4 Auslegung der PAK-Dosierung

Erfahrungen und die Ergebnisse aus den PAK-Schüttelversuchen [4] zeigen, dass für nachgeschaltete Verfahren mit einer guten Reinigungsleistung der biologischen Stufe für die geforderte 80% Elimination der Mikroverunreinigungen eine Dosierung von 2 bis 3 g_{PAK}/g_{DOC} ausreichen sollte. Gemäss vorliegenden Messdaten liegt der DOC im Ablauf NKB im Mittel bei rund $5.5 mg_{DOC}/l$. Daraus folgend kann von einer "typischen" spezifischen PAK-Dosierung im Bereich von rund 11 bis $16.5 g_{PAK}/m^3_{Abwasser}$ ausgegangen werden.

Um eine flexible Dosierung zu ermöglichen, soll über einen möglichst grossen Bereich der auftretenden Abwassermengen eine spezifische PAK-Dosierung im Bereich von 5 bis $20 g_{PAK}/m^3_{Abwasser}$ möglich sein. Der PAK-Anlage werden die Dimensionierungswerte gemäss Tabelle 2 zugrunde gelegt:

Tabelle 2: Auslegung der PAK-Dosierung

Parameter	Einheit	Minimum	"Typisch"	Maximum
Spezifische PAK-Dosierung	$g_{PAK}/m^3_{Abwasser}$	5	11-16.5	20
Absolute PAK-Dosierung	kg_{PAK}/h	1.0	2.0-4.0	10

Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die absoluten PAK-Dosiermengen in Abhängigkeit der Abwassermenge und der spezifischen PAK-Dosierung für einen Dosierbereich von 1:10. Dabei gilt:

- Das weisse Feld im grauen Rahmen ist der Bereich, welcher mit der vorgegebenen absoluten Dosierung von 1.0 bis $10 kg_{PAK}/h$ abgedeckt werden kann.
- Es wird in Kauf genommen, dass bei grossen Abwassermengen die spezifische Dosierung von $20 g_{PAK}/m^3_{Abwasser}$ nicht ganz erreicht werden kann (roter Bereich in Abbildung 1).
- Bei geringen Abwassermengen (nachts) soll die minimale spezifische Dosierung von $5 g_{PAK}/m^3_{Abwasser}$ über Taktung noch erreicht werden, bis auf ein absolutes Dosierminimum von rund $0.5 kg_{PAK}/h$ (violetter Bereich in Abbildung 1)

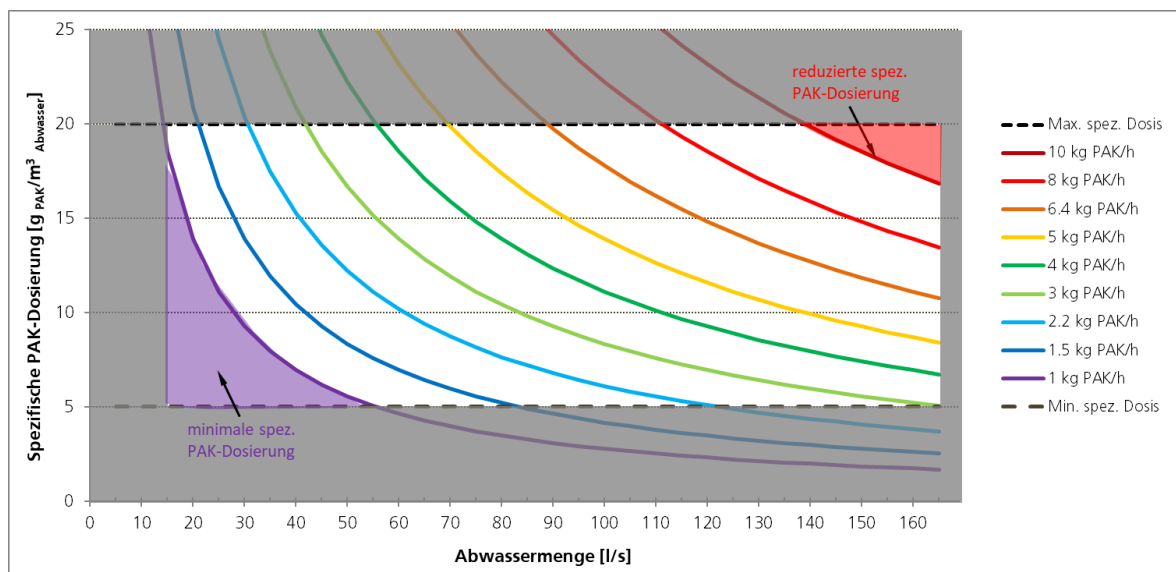


Abbildung 1: PAK-Dosiermengen in Abhängigkeit der Abwassermenge und der spezifischen PAK-Dosierung

5 Hydraulik

5.1 Hydraulisches Konzept für den Normalbetrieb

Das Abwasser aus den Nachklärbecken fließt über den Vereinigungsschacht in den Pumpensumpf bzw. das Rohwasserbecken der Filtration. Ein Hebwerk fördert das Abwasser von diesem Zulaufspeicher auf die notwendige Höhe, damit anschliessend der Flockungsreaktor und die Sandfilterzellen im freien Gefälle durchflossen werden können. Das Abwasser wird mittels einer handbetriebenen Absperrklappe in den Flockungsreaktor der Filtration geleitet. Das Abwasser durchfließt anschliessend den Flockungsreaktor, bevor es über Reaktionsbecken / -schacht ("Fällungskanal") auf den Filter geführt wird. Das Abwasser fließt durch die Einlaufabsperrschützen und über eine Einlaufverteilung gleichmässig verteilt in die in Betrieb stehenden Filterzellen. Nach Durchfließen des Filtermediums wird das Abwasser durch die Filterdüsen in den darunterliegenden Polsterraum abgeleitet und fließt über die Filtratableitung ins Spülwasserbecken. Über den Ablaufschacht gelangt das Abwasser in den ARA-Ablauf. Am hydraulischen Konzept ändert sich gegenüber heute nichts Wesentliches, ausser dass neu auch der Flockungsreaktor auch durchflossen wird. Zudem wird das Schlammwasser aus der Filterspülung zur besseren Ausnutzung der Adsorptionskapazität der PAK neu in der Regel in die Biologie zurückgeführt. Nur in Fällen, wo die Biologie nicht genügend Kapazität für diese Rückläufe hat, wird das Schlammwasser wie bisher in den Sandfang zurückgeführt.

5.2 Hydraulisches Konzept für den Sonderbetrieb

Im Sonderbetrieb ist die MV-Stufe inaktiv (oder es wird direkt in die Biologie dosiert), zum Beispiel zu Wartungszwecken am Flockungsreaktor. In diesem Ausnahmefall wird der Flockungsreaktor durch manuelles Betätigen der entsprechenden Absperrklappen umfahren. Das Abwasser wird über die bestehende Bypassleitung direkt in das Reaktionsbecken geleitet. Der Sonderbetrieb entspricht dem heutigen Normalbetrieb, da zurzeit der Flockungsreaktor immer umfahren wird. Das Schlammwasser aus der Filterspülung wird in diesem Fall nicht in die Biologie, sondern in den Sandfang zurückgeführt.

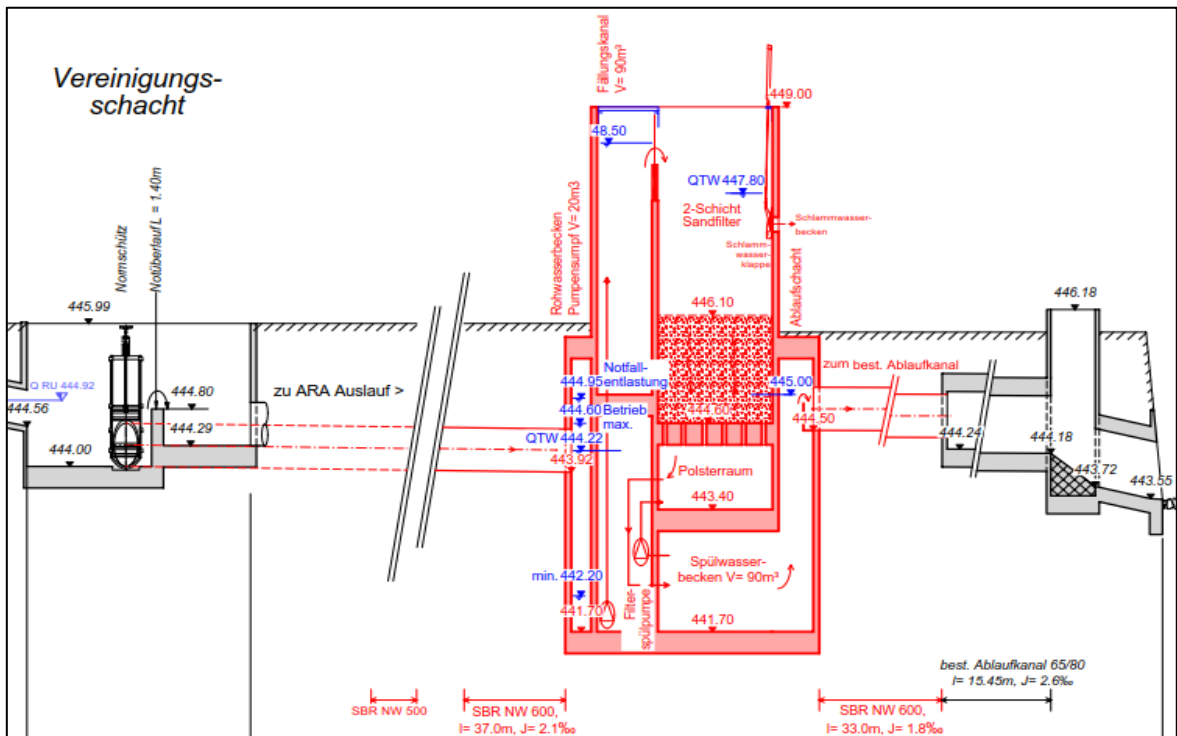


Abbildung 2: Hydraulisches Längenprofil der Filtrationsstufe (heutiger Betrieb bzw. Sonderbetrieb)

6 Projektumfang und -beschreibung

6.1 Grundsätze

Aufgrund der Verfahrensevaluation im Vorprojekt sowie der Beurteilung des BAFU wurde die Dosierung von Pulveraktivkohle vor die bestehende Sandfiltration als geeignetes Verfahren festgelegt und der Grundsatzentscheid für dieses Verfahren gefällt.

Da die ARA Gossau-Grüningen bezüglich biologischer Reinigung und Filtration bereits ertüchtigt wurde, soll der Ausbau weitestgehend so erfolgen, dass bestehende Anlagenteile weiterverwendet werden können. Die baulichen Vorinvestitionen, sollen so weit wie möglich genutzt werden können. Die Variantenwahl erfolgte unter dem Aspekt, dass die verfahrenstechnischen Massnahmen zu einem grossen Teil ohne wesentliche bauliche Massnahmen umgesetzt werden können.

Für die Aufstellung und Bevorratung der PAK wurden unterschiedliche Varianten erarbeitet und beurteilt. Das Projektteam hat bereits im Vorprojekt entschieden, die Dosierstation integriert in der Silozarge unterzubringen.

Die Anlage zur Lagerung, Aufbereitung und Dosierung von Pulveraktivkohle (kurz: PAK-Anlage) wird für den kontinuierlichen automatischen Dauerbetrieb ausgelegt. Das heisst, es wird eine hohe Verfügbarkeit und Betriebssicherheit gewährleistet sein.

Die neue Anlage soll robust und betriebssicher, unterhaltsarm, bedienungs- und wartungsfreundlich sein und ein Minimum an Emissionen (Staub, Lärm) abgeben. Das Dosier- und Fördersystem muss ohne Verstopfungsrisiko für Leitungen gestoppt werden können. Es sollen abgesehen von den täglichen Kontrollgängen keine nennenswerten Arbeiten anfallen. Sämtliche Anlagenkomponenten sind für einfache Bedienung, Wartung und Unterhalt auszulegen. Bei Messgeräten, welche einen hohen Wartungsaufwand für die Reinigung benötigen, werden geeignete automatische Reinigungssysteme vorgesehen.

6.2 Mehrstrassigkeit und Redundanz

Die MV-Stufe der ARA Gossau-Grüningen muss nicht so dimensioniert werden, dass auch bei Ausfall einer Strasse die gesamte Abwassermenge behandelt werden kann. Das Ziel der Spurenstoffelimination ist eine Frachtreduktion. Bei Regenwetter führen die Gewässer deutlich mehr Wasser und das gereinigte Abwasser im Vorfluter wird stärker verdünnt. Zusätzlich werden Spurenstoffe aus anderen Quellen mobilisiert.

Die Auswirkungen eines geringeren Reinigungseffektes bezüglich MV während einer zeitlich beschränkten Periode sind aufgrund der chronischen Toxizität nicht vergleichbar mit einem geringeren Reinigungseffekt bezüglich akut toxischer Stoffe. Deshalb sind die Anforderungen an die Ausfallsicherheit einer Stufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen weniger hoch als für andere Anlagenteile [15].

Für eine MV-Stufe der Grösse der ARA Gossau-Grüningen genügt eine **einstrassige Ausführung** (baulich). Verfahrenstechnische Redundanzen werden soweit vorgesehen, wie sie mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar sind und einen signifikanten Nutzen haben. Konkret wird auch die Möglichkeit der PAK-Direktdosierung in die Biologie vorgesehen, was mit nur einer zusätzlichen Leitung für die PAK-Suspension in die Biologie verfahrenstechnische Redundanz bzw. Flexibilität schafft. Ansonsten werden Ausfälle und Stillstandzeiten durch organisatorische Massnahmen möglichst kurzgehalten (Lagerhaltung von Ersatzteilen, Serviceverträge, Planung von Revisionen etc.).

Für PAK-Silos ist aufgrund der geringen Ausfallwahrscheinlichkeit keine Redundanz erforderlich, für die PAK-Dosierstation Lagerhaltung von ausfallkritischen Komponenten empfohlen.

6.3 Standort

Der in Frage kommende Bereich für den Standort des PAK-Silos befindet sich auf den Parzellen mit den Grundstück-Kat.-Nr. 6072 und Kat.-Nr. 8304. Hier befindet sich heute vor allem eine Wiese. In Abbildung 3 ist dieser Bereich rot gestrichelt grob umrandet dargestellt:

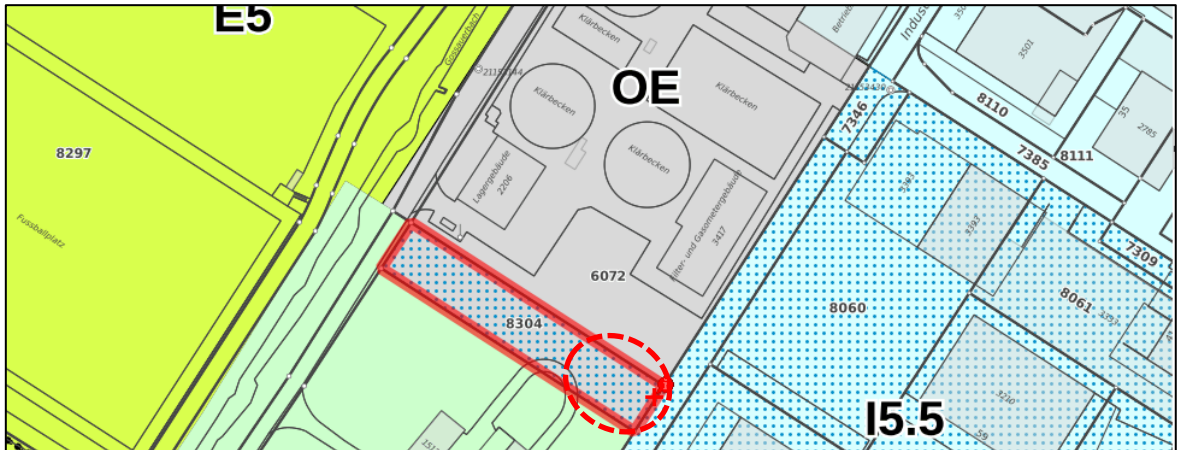


Abbildung 3: Auszug aus dem Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB-Kataster)

Die ARA (Grundstück mit der Kat.-Nr. 6072) liegt in der Zone für öffentliche Bauten. Laut Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Gossau [22] gelten bezüglich Maximalhöhen und Mindestabständen die kantonalrechtlichen Mindestvorschriften. Gegenüber privaten Nachbargrundstücken sind die Grenz- und Gebäudeabstände der angrenzenden Zone einzuhalten.

Das südlich an das Grundstück Kat.-Nr. 6072 angrenzende Grundstück mit der Kat.-Nr. 8304 und einer Fläche von 794 m² gehört ebenfalls dem Zweckverband. In dieser Zone für öffentliche Bauten mit erweiterten Bestimmungen südlich der ARA OE* sind ausschliesslich Nutzungen zulässig, die im Zusammenhang mit der Abwasserreinigungsanlage stehen [22].

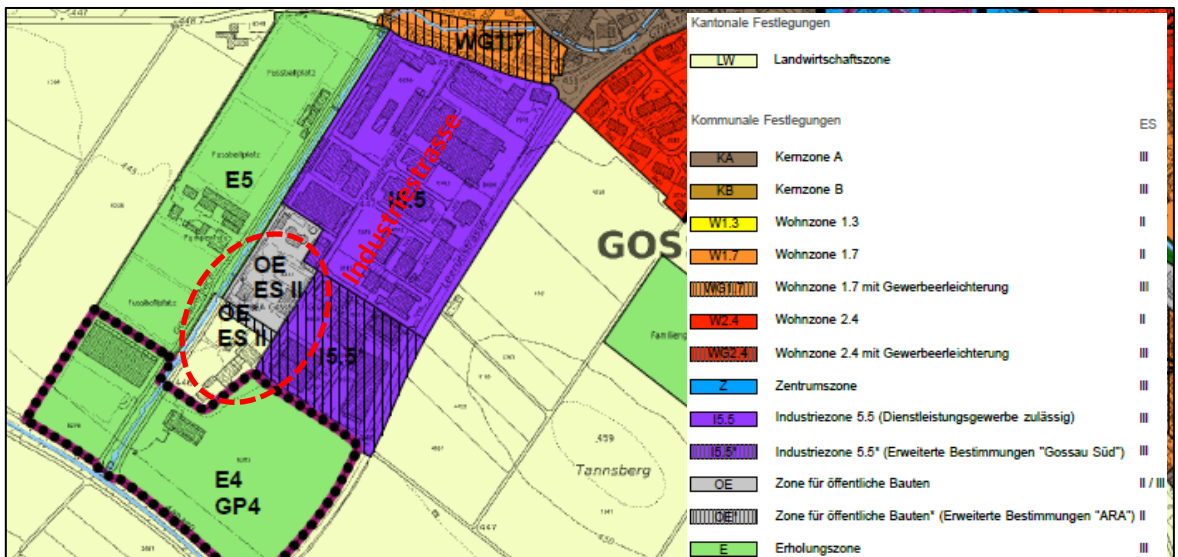


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Zonenplan der Gemeinde Gossau [23]

Die vertraglichen Grundlagen für den Rest der Parzelle müssen in den nächsten 6 Monaten definiert werden.

Gemäss Aussagen (Mail vom 11.09.2018) von Herrn Roland Dahinden, Hochbausekretär der Bauabteilung Gemeinde Gossau sind folgende Mindest-Grenzabstände einzuhalten: Der einzuhaltende Grenzabstand zum Grundstück Kat.-Nr. 8303 (Landwirtschaftszone) beträgt 3.50 m. Zur Industriestrasse ist ein Strassenabstand von 6.00 m einzuhalten.

Der Standort des neu zu errichtenden PAK-Silos wurde nach den folgenden Kriterien festgelegt:

- Möglichst einfache Anlieferung mit einem Silofahrzeug über die Industriestrasse, kein Ablad von der Industriestrasse aus, sondern auf dem Areal der ARA.
- Möglichst geringe Abstände zu den Grundstücksgrenzen unter Einhaltung der vorgeschriebenen Mindestabstände, um zukünftige Ausbauten im freien Bereich möglichst wenig zu behindern.
- Der Zaun wird so geführt, dass sich alle Anlagenteile, auch erdverlegte Leitungen innerhalb des eingezäunten Areals befinden.



Abbildung 5: Standort (Blick von Industriestrasse auf Grundstück Kat.-Nr. 8304 (ca. bis zum Zaun) [Google Earth]

Im Bereich der späteren Zufahrt müssen ein Kandelaber und ein Hydrant versetzt werden. Im Bereich der Zufahrt wird ein zweiflügliges Tor vorgesehen. Alternativ könnte auch ein Schiebetor parallel zur Industriestrasse gebaut werden. Zur Verbindung mit dem übrigen ARA-Areal wird ein Streifen mit sickerfähigem Schotter eingeplant. Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die genaue Platzierung des PAK-Silos und die detaillierte Ausgestaltung der Zufahrt für die Anlieferung. Die Anlieferung erfolgt ca. einmal jährlich.

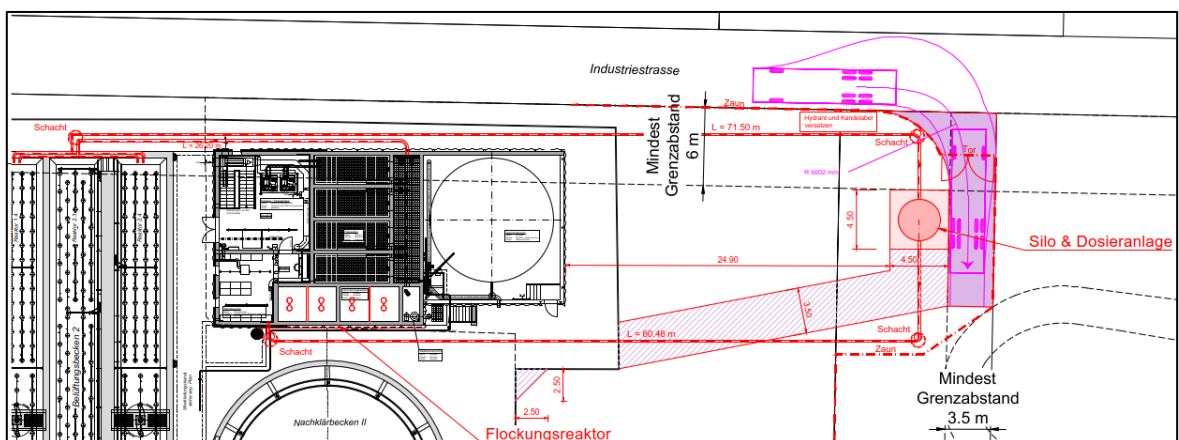


Abbildung 6: Übersicht der geplanten Massnahmen in Rot (Ausschnitt aus Situationsplan)

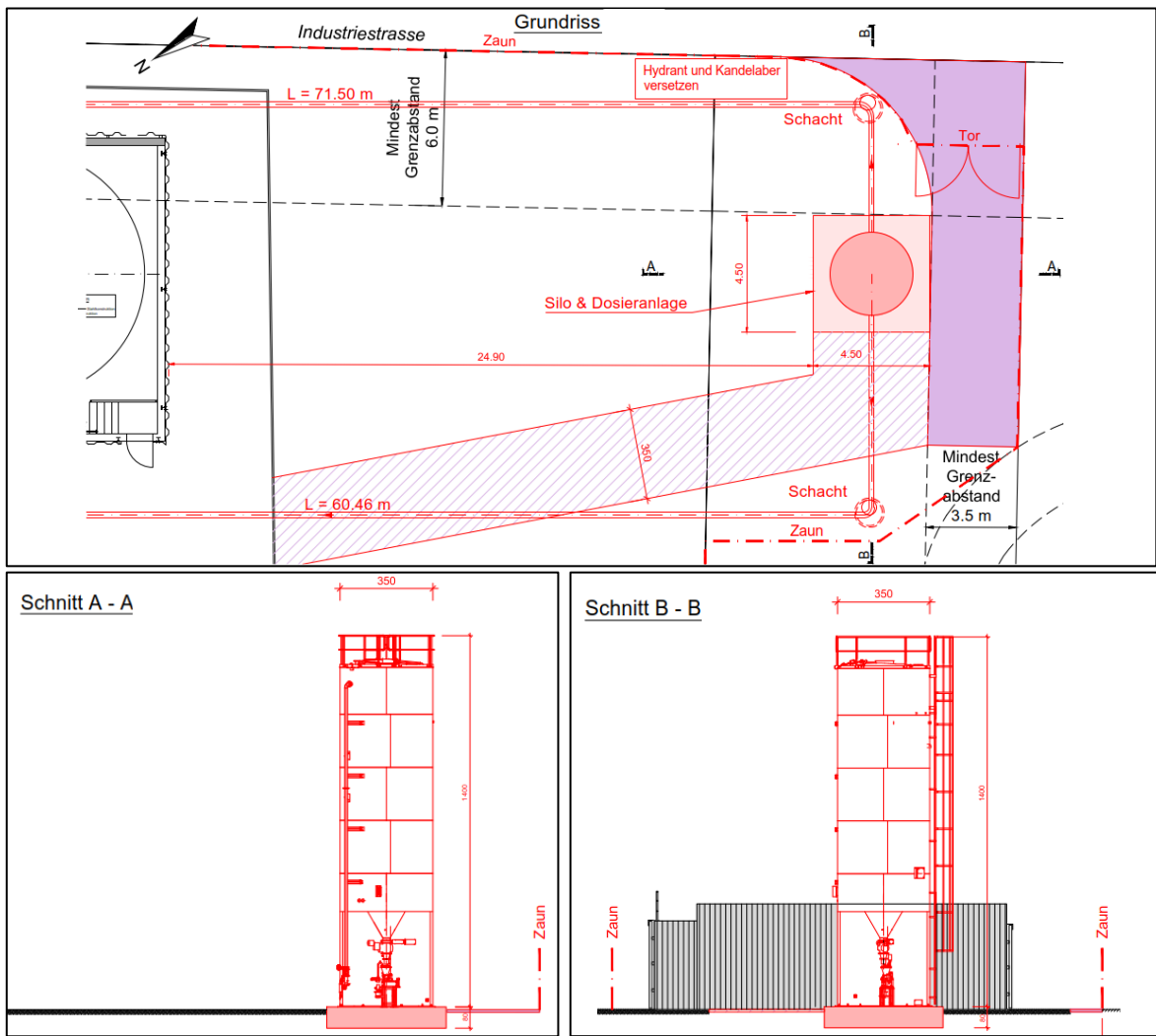


Abbildung 7: Grundriss (oben) sowie Schnitte (unten) der PAK-Anlage; Gesamthöhe Silo maximal 14 m.

6.4 Verfahrensschema

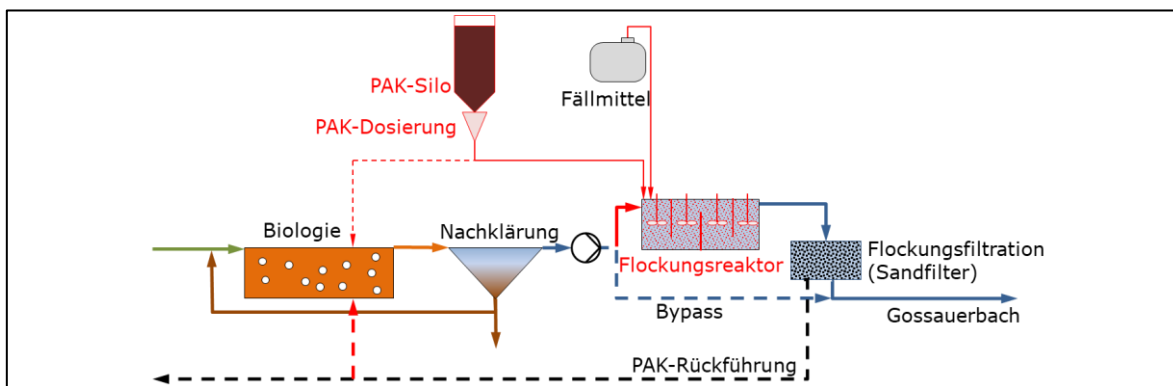


Abbildung 8: Verfahrensschema PAK-Dosierung vor den Sandfilter (Flockungsfiltration); Massnahmen in rot

Im beigelegten R+I-Schema der bestehenden Sandfiltration der ARA Gossau-Grünigen wurden die projektierten Massnahmen für die Stufe zur Elimination von MV in Rot ergänzt.

6.5 Bauliche Massnahmen

6.5.1 Baugrund

Im Oktober 1987 und Januar 2010 wurde auf dem Areal der ARA Gossau-Grünigen Untersuchungen des Baugrunds durchgeführt. Die Felsoberfläche (Südwassermolasse) liegt im SW-Bereich sehr nahe unter Oberkante Terrain (OKT), im NE-Bereich liegt der Fels ca. 4.5 m unter Oberkante Terrain. Oberhalb der Felsoberfläche sind postglaziale und spätglaziale Staubeckenablagerungen vorhanden. Darüber liegt eine unterschiedlich starke Humusschicht (bis 1.0 m). Die postglazialen Staubeckenablagerungen sind von weicher bis mittelsteifer Konsistenz. Die spätglazialen Staubeckenablagerungen sind mitteldicht bis steifer Konsistenz.

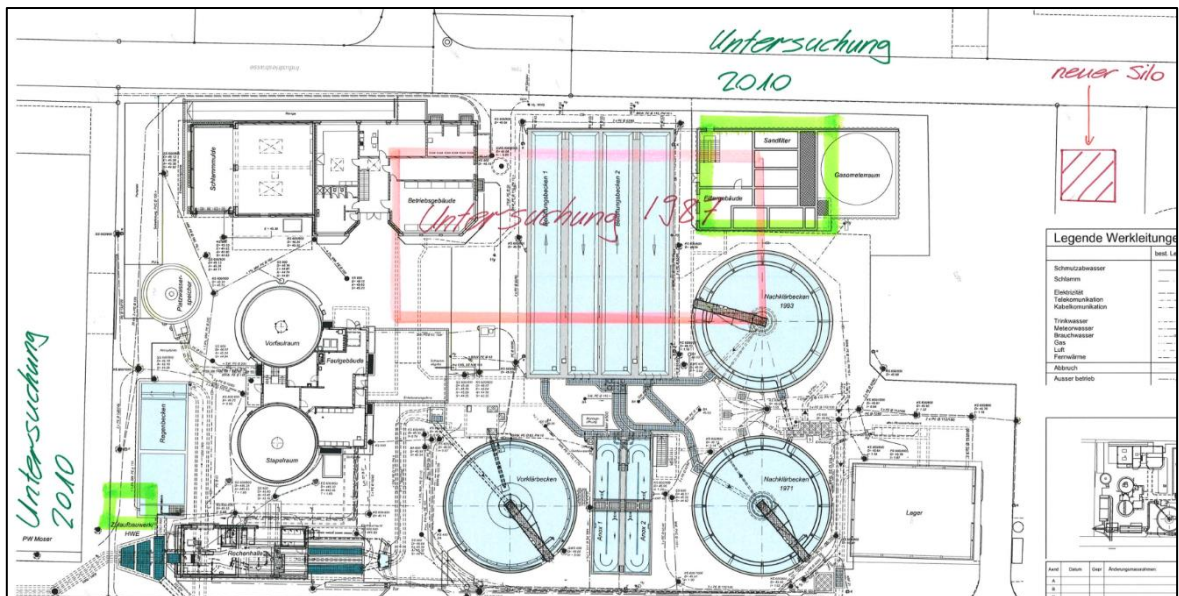


Abbildung 9: Bereiche des untersuchten Baugrunds der Untersuchungen von 1987 und 2010

6.5.2 Foundation

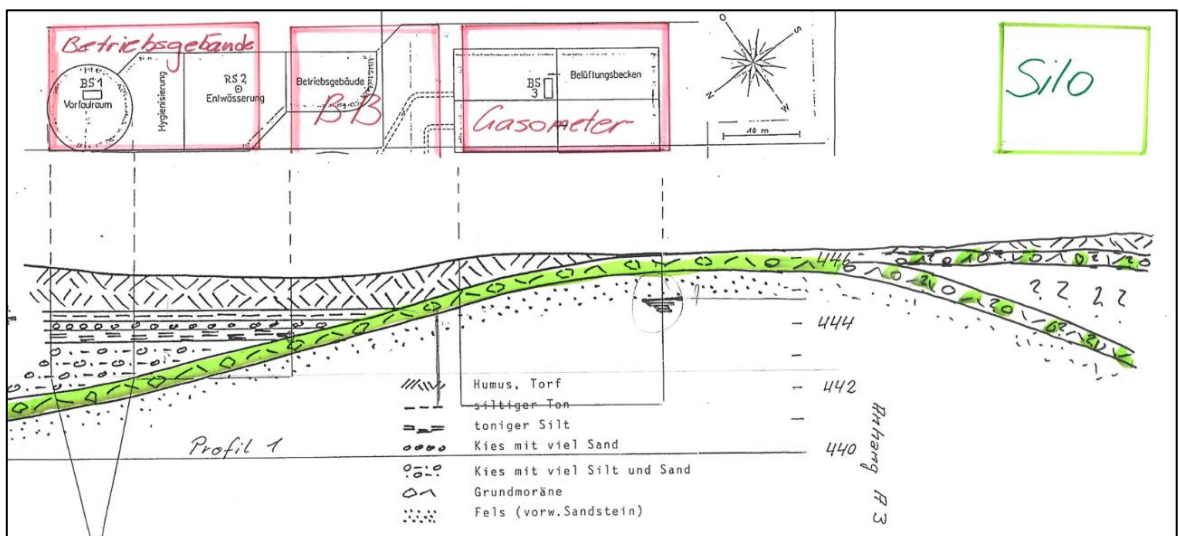


Abbildung 10: Bodenprofil im untersuchten Bereich der ARA Gossau-Grünigen

Die Bodenplatte für das PAK-Silo muss die statischen und dynamischen Lasten des Silos aufnehmen. Ein PAK-Silo mit einem Eigengewicht von rund 8 Tonnen und einem Nettovolumen von 80 m³ hat voll (bei einer maximalen PAK-Schüttdichte von rund 600 kg/m³) ein Gesamtgewicht von rund 56 Tonnen.

Die Bodenplatte für das PAK-Silo soll grundsätzlich flach fundiert werden. Dazu eignen sich die spätglazialen Staubeckenablagerungen oder der Fels. Die Oberkanten der einzelnen Schichten variieren über das gesamte ARA-Areal deutlich. Bei den geologischen Untersuchungen wurden im Bereich des neuen Silos keine Rammsondierungen durchgeführt. Die Felsoberkante bei den nächstgelegenen Sondierungen liegt 0.5 bis 1.8 m unter Oberkante Terrain (Abstand zum Silo: circa 20 m). Spätglaziale Staubeckenablagerungen waren bei diesen Sondierungen nicht vorhanden.

Wie Abbildung 10 zeigt, steigt die Felsoberfläche Richtung Südwesten grundsätzlich an, der Verlauf südwestlich des Gasometers ist jedoch unbekannt. Es besteht die Möglichkeit, dass die Felsoberfläche sich in Richtung Südwesten wiederum senkt und darüber Schichten mit einer schlechten Tragfähigkeit vorhanden sind. Falls dies der Fall ist, muss das Material bis zur Felsoberfläche abgetragen werden. Im Rahmen des Bauprojekts wurde ein Materialersatz von ca. 1.0 m vorgesehen.

Bei der Ausführung soll unter Beizug eines Geologen die tragfähige Schicht vor Ort bestimmt werden.

6.5.3 Grundwasser

Der Grundwasserspiegel lag bei den Messungen im Jahre 2010 ca. 1.5 bis 1.8 m unter Oberkante Terrain. Oberhalb 444.43 m ü. M. ist mit keinen massgebenden Wassereintritten zu rechnen. Der Grundwasserspiegel kann während Starkniederschlägen kurzfristig um bis zu 1.0 m ansteigen.

Die Unterkante Fundament liegt auf einer Kote von ca. 445.3 m ü. M. Auch bei einem Materialersatz von 1.0 m liegt die Unterkante Baugrube nicht im Grundwasser. Es muss jedoch damit gerechnet werden, dass sich die Baugrube bei Starkniederschlägen kurzfristig mit Wasser füllt.

6.5.4 Massnahmen Umgebung

Um die Anlieferung des PAK-Silos sicherzustellen, ist eine Zufahrt von Seite der Industriestrasse vorgesehen. Um den Unterhalt und den Betrieb des PAK-Silos zu gewährleisten, wird eine versickerungsfähige Verbindungsstrasse zur Erschliessung der bestehenden Anlagenteile mit dem Bereich beim PAK-Silo erstellt. Durch diese Massnahmen ist es notwendig, einen Hydranten, sowie einen Kandelaber zu verschieben. Ausserdem wird die Zaunführung angepasst und mit einem Doppelflügeltor ergänzt.

Die Zufahrts- und Verbindungsstrassen sind gemäss Schemaskizze in Abbildung 11 aufgebaut:

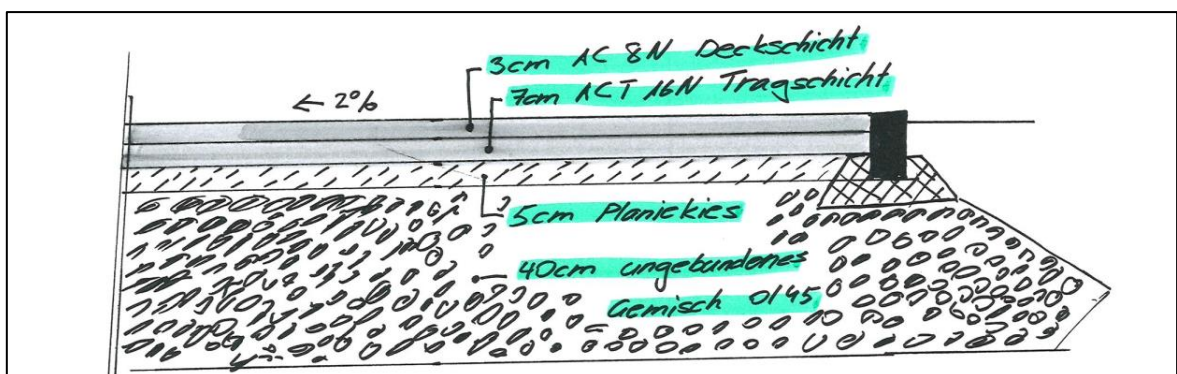


Abbildung 11: Schemaskizze zum Aufbau der Zufahrtsstrassen

Der Randabschluss besteht aus einem Bundstein. Die Entwässerung erfolgt seitlich über die angrenzenden Grünflächen.



Die Verbindungstrasse soll aus versickerungsfähigem Belag bestehen. Dabei wird ein grobkörniger Asphalt verbaut. Der Vorteil des versickerungsfähigen Belags ist, dass die Versickerungsfläche im Projektareal grösser als bei herkömmlichem Belagseinbau ist.

Dieser Belag ist nicht frostsicher, dadurch kann es zu Abplatzungen an der Oberfläche kommen. Durch den grobkörnigen Asphalt ist die Reinigung der Strasse aufwendiger und die oberflächennahen Körner können sich lösen. Ebenfalls wird durch die Versickerung die Fundation der Strasse geschwächt, dies führt bei stark befahrenen oder mit schweren Fahrzeugen befahrenen Strassen zu lokalen und globalen Setzungen.

6.5.5 Massnahmen Werkleitungen

Es werden Gräben mit Kiessohle für die erdverlegten Leitungen erstellt. Die Rohre werden mit Beton befestigt vor dem Einfüllen der Gräben. Im Bereich der Biologie sind die Rohre im Bereich des Asphalts bauseits zu schützen.

Die gesamten erdverlegten Leitungen liegen im eingezäunten Bereich der ARA. Jeweils bei den 90°-Bögen sind Zugschächte (ca. D 800 mm) vorgesehen, was den Einzug mittels Zugdrähten von Schläuchen und Kabeln in die verlegten Leerrohre erleichtert.

Es ist vorgesehen, in Absprache mit den Systemlieferanten, PE-Leerrohre (ca. D 112 mm) zu verlegen, in welche dann Schläuche für die PAK-Suspension bzw. Kabel für die EMSRL-Technik eingezogen werden, verlegt werden sollten. Dabei sind die zulässigen Biegeradien der Schläuche zu beachten. Allenfalls müssen anstelle von 90°-Bögen je 3 x 30°- oder 2 x 45°-Bögen eingesetzt werden.

6.5.6 Kernbohrungen

Folgende Kernbohrungen werden vorgesehen:

- 4 x D 450 mm in der Decke des Flockungsreaktors für die Rührwerke
- 1 x D 400 mm in der Wand des Flockungsreaktors für die Beschickungsleitung
- 1 x D 250 mm aus dem Schlammwasserbecken (im Erdreich) für die Rückführleitung zur Biologie
- 1 x D 100 mm über dem Rohwasserpumpwerk für die Suspensionsleistung
- 1 x D 100 mm in der Wand des Flockungsreaktors für die Entleerungsleitung
- 1 x D 100 mm in der Rohwasservorlage für Anschluss der Entleerungsleitung aus Flockungsreaktor
- 1 x D 100 mm im Bereich der Treppe als Durchführung für die Messleitungen

Dazu kommen die Durchführleitungen für die Betriebsmedien (Druckluft, Speisung EMSRL).

6.6 Lagerung und Dosierung PAK

6.6.1 Ausgangslage

Die verfahrenstechnische Ausrüstung der PAK-Anlage wird in einem Paket submittiert. Dies umfasst die komplette Ausrüstung zur Lagerung, Aufbereitung und Dosierung von Pulveraktivkohle. Das Los beinhaltet Planung, Herstellung, Transport, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme des PAK-Silos sowie der Anlage zur Aufbereitung und Dosierung der Pulveraktivkohle.

6.6.2 Konzept

Silo: Die Pulveraktivkohle wird in einem stehenden Silo gelagert. Dazu wird eine PAK-Siloanlage aussen fix installiert, mit Zugänglichkeit für Anlieferung per Silofahrzeug. Stand heute wird ein Silo mit einem Nettovolumen von rund 80 m³ vorgesehen. Dies ermöglicht eine wirtschaftliche Anlieferung, da so flexibel pro Fahrt eine volle Wagenladung eines Silofahrzeugs angeliefert werden kann, auch wenn der Silo noch nicht komplett leergefahren ist. Auch eine unterbrechungsfreie Befüllung ist gegenüber kleineren Silos einfacher. Insbesondere da die PAK lange im Silo liegt, muss mit geeigneten Massnahmen das Risiko von Verdichtungen, Brückenbildung und somit Verstopfungen, aber auch von Glimmnestern, minimiert werden. Zur frühzeitigen Erkennung von Schwelbränden wird der Silo mit einem Kohlenmonoxid-Melder überwacht sein. Zur Bekämpfung von Schwelbränden wird die Installation einer Inertisierungsanlage vorgesehen. Dabei wird ein inertes Gas eingeleitet, welches die Sauerstoffkonzentration im Silo senkt.

PAK-Aufbereitung und Dosierung: Die Dosierstation befindet sich ebenerdig, direkt unterhalb vom Konus des PAK-Silos, bzw. im Silo integriert (Standzargen-Silo). Die PAK-Dosierung erfolgt gravimetrisch mit einer tarakompensierten Wiegevorrichtung. Der PAK-Dosierbereich muss den geforderten Bereich von <1.0 bis 10 kg/h gemäss Kapitel 4 abdecken können. Die PAK muss mit Brauchwasser benetzt werden und wird dann mit einer Feststoff-Wasserstrahl-Pumpe in Suspension gebracht, welche anschliessend dem Abwasser zugemischt wird. Die Konzentration an Kohle in der Suspension darf nicht zu hoch sein, aber auch nicht zu einem übermässigen Brauchwasserbedarf führen. Typisch sind bei maximaler PAK-Dosierung Konzentrationen in der Grössenordnung um rund 1%. Betriebserfahrungen haben gezeigt, dass die Treibwassermenge nicht zu gering sein sollte. Der Grund liegt in der stark vom Durchsatz abhängigen Saugleistung der Feststoff-Wasserstrahl-Pumpe. Bei der vorgesehenen Treibwassermenge von rund 3.5 m³/h ergibt sich bei 10 kg/h Kohle eine PAK-Konzentration in der Suspension von rund 0.3%. Diese eher geringe Konzentration verringert das Risiko von Verkrustungen, bedingt durch eine geringere Beeinflussung des Kalk-Kohlesäuregleichgewichtes.

Leitung PAK-Suspension: Zur Zuführung der PAK-Suspension von der Dosierstation zum Filtergebäude wird ein im Erdreich verlegtes Kunststoffrohr projektiert, durch das ein Schlauch gezogen wird. Falls der Schlauch wegen Verkrustungen oder wegen abrasiver Effekte zerstört wird, kann dieser einfach ersetzt werden. Die alternative Dosierstelle direkt in die Biologie wird über eine zusätzliche PAK-Suspensionsleitung nach dem gleichen Prinzip erschlossen. Die Leitungsführung erfolgt wie die Sanitärleitung (siehe Kapitel 8.3) um das Gasometer rum, entlang der Strasse, dann parallel zur PAK-Rückführleitung in die Biologie. Auch die weiteren Verbindungsleitungen vom / zum PAK-Silo werden erdverlegt geführt (Brauchwasser, Druckluft, Energie, Entwässerung).

6.6.3 Massnahmen

- Bau einer Bodenplatte als Fundament für die Aufstellung des Silos (ca. 5 m x 5 m x 0.8 m)
 - Installation einer neuen, fix montierten Standzargen-Silo-Anlage zur Lagerung der PAK
 - Installation einer PAK-Aufbereitung und Dosiervorrichtung (in der Silozarge integriert)
 - Installation der Verbindungsleitungen vom / zum PAK-Silo (erdverlegt)
 - Installation einer Verbindungsleitung zur alternativen Dosierstelle direkt in die Biologie (erdverlegt)
-

6.7 Flockungsreaktor

6.7.1 Ausgangslage

Der Bedarf für eine MV-Stufe wurde für die ARA Gossau-Grünigen bereits beim Bau der neuen Sandfiltration erkannt. Die Filtration wurde mit einem vorgeschalteten Kontaktbecken gebaut, welches sich nun ideal als Flockungsreaktor auch für das projektierte PAK-Verfahren eignet.

Um Konfusionen mit ähnlichen Bezeichnungen zu vermeiden, sind in Tabelle 3 die wichtigsten Becken und ihre Funktion bezeichnet:

Tabelle 3: Bezeichnungen und Funktionen der relevanten Becken in der Reihenfolge ihrer Durchströmung

Bezeichnung	Funktion
Rohwasserbecken	Abwasser ab Nachklärung / Pumpenvorlage für Beschickung Filtration
Flockungsreaktor	Künftig als PAK-Flockungsreaktor genutztes Kontaktbecken
Reaktionsbecken / -schacht	Vorlagebecken, um Filterzellen zu beschicken
Filter	Sandfilter, bestehend aus vier Filterzellen
Schlammwasserbecken	Behälter für Schlammwasser aus Filtrerrückspülung

Das Abwasser aus den Nachklärbecken fließt in das Rohwasserbecken. Die bis zu vier Rohwasserpumpen fördern daraus das Abwasser auf die notwendige Höhe, damit die Filteranlage anschliessend im freien Gefälle durchflossen werden kann. Das Fällmittel für die Nachfällung wird heute in der Rohwasserkollektor-Leitung nach den Rohwasserpumpen zugegeben. Diese Leitung zur Beschickung der Filtration endet heute im Reaktionsbecken / -schacht, da der Flockungsreaktor umfahren wird.

Der Flockungsreaktor ist zwischen dem Rohwasserpumpwerk und dem Reaktionsbecken / -schacht angeordnet. Das Becken besitzt bereits eine Zwischenwand aus Beton, um Kurzschlussströmungen zu vermeiden. In der Wand zum Reaktionsbecken hin ist ein Spindelschieber angebracht, mit dem das Abwasser vom Flockungsreaktor in das Reaktionsbecken gelangen kann.

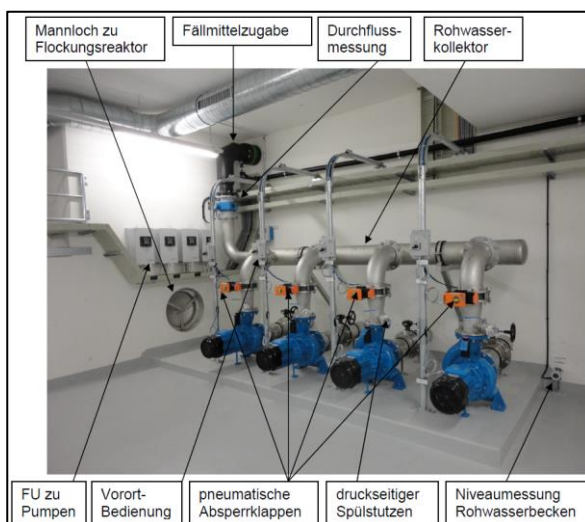


Abbildung 12: Rohwasserpumpwerk



Abbildung 13: Reaktionsbecken / -schacht

Der Zugang zum Flockungsreaktor erfolgt über ein Mannloch. Die Installationen im Flockungsreaktor können über die ausgangsseitige Öffnung (Spindelschieber) eingebracht werden. Der Flockungsreaktor ist heute noch nicht mit Installationen zur Entleerung ausgerüstet.

6.7.2 Konzept

Beschickungsleitung: Das Abwasser aus dem Rohwasserbecken (ab Ablauf NKB) wird künftig im Normalbetrieb in den Flockungsreaktor gefördert. Die dafür benötigte Abwasser-Beschickungsleitung des Flockungsreaktors muss neu erstellt werden. Die bestehende Rohwasserkollektor-Leitung kann weiterverwendet werden, damit im Ausnahmebetrieb der Flockungsreaktor wie bisher im Bypass umfahren werden kann. Die beschränkten bestehenden Platzverhältnisse (siehe Abbildung 12) bedingen gewisse Anpassungsarbeiten in der bestehenden Rohwasserkollektor-Leitung, wie allenfalls die Verlegung der Messstelle für den Abwasser-Durchfluss.

PAK-Zugabe: Die Dosierung der PAK-Suspension erfolgt direkt in die Abwasser-Beschickungsleitung zum Flockungsreaktor. Zur Leistungsverbesserung, insbesondere zur Sicherstellung des Rückhaltes der Kohle in der anschliessenden Filtration wird Fällmittel ab der bestehenden Fällmittelanlage dosiert. Die Fällmittelanlage wird grundsätzlich weiter betrieben wie bisher. Neu hat das Fällmittel zusätzlich die Funktion der Sicherstellung des Rückhaltes der Kohle in der anschliessenden Filtration. Da keine Zugabe von Flockungshilfsmitteln vorgesehen ist, wird auch keine Flockmittelstation geplant.

Flockungsreaktor: Das bestehende Kontaktbecken wird zu einem Flockungsreaktor umgebaut. Dabei sind eine gute Reaktorgestaltung (idealer Röhrenreaktor) und eine angepasste Mischintensität wichtig, um gut filtrierbare Flocken zu erzeugen [18]. Die Umwälzung wird mit Rührwerken sichergestellt. Um bei Betrieb eines "Rührkessels" allenfalls auftretende Kurzschlussströmungen zu vermeiden, wird das Becken durch den Einbau von zwei Trennwänden aus Holz in vier Zonen unterteilt, wodurch sich ein "Röhrenreaktor" ergibt. Das Abwasser durchfliesst nacheinander die vier Zonen des Flockungsreaktors, bevor es via Reaktionsbecken / -schacht und Verteilleitung auf den Filter geführt wird.

Tabelle 4: Auslegung des bestehenden Flockungsreaktors

Flockungsreaktor	Einheit	Betriebsfall			
		Q_{\min}	Q_{Mittel}	$Q_{\text{TW,max}}$	Q_{\max}
Abwassermenge (inkl. Rückläufe bei Q_{\max})	l/s	11	64	76	~165
Nutzvolumen total (L=9 m, B=2.65m)	m ³	160	160	160	160
Wassertiefe	m	6.75	6.75	6.75	6.75
Aufenthaltszeit total	min	243	42	35	16

Rührwerke: Jede der vier Zonen des Flockungsreaktors wird mit einem Rührwerk ausgerüstet. Um beispielsweise den Wechsel zwischen PAK mit unterschiedlichem Flockungsverhalten zu ermöglichen, sind die Flockungsreaktoren mit anpassbaren Mischintensitäten zu planen [18]. Dadurch lassen sich auch die Prozesse "Sedimentation der PAK" versus "Zerschlagung der Flocken" bedarfsgerecht optimieren bzw. minimieren: Die erste Zone des Flockungsreaktors wird relativ schnell umgerührt, um eine gute Einmischung von PAK und Fällmittel zu gewährleisten. Die folgenden Zonen werden sanfter umgerührt, um die Flockung nicht zu gefährden. Massnahmen

Der Ausbau des Kontaktbeckens zum Flockungsreaktor umfasst folgende Hauptelemente:

- Beschickungsleitung ab Rohwasserpumpwerk in den Flockungsreaktor
- Installation der Dosierstelle für PAK in die Beschickungsleitung
- Verschliessen des offenen Durchgangs zwischen den beiden bestehenden Beckenteilen des Flockungsreaktors (Holzwand, mit Durchgang und Möglichkeit zur Befüllung und Entleerung)
- Einbau von zwei Trennwänden aus Holz in den Flockungsreaktor (mit Durchgängen und Möglichkeit zur Befüllung und Entleerung)
- Einbau von vier Rührwerken mit Wetterschutzhaube (inkl. Kernbohrungen für Deckenöffnungen)
- Einbau einer Leitung zur Entleerung des Flockungsreaktors mit Verbindung in die Pumpleitung und einem Entleerungsstutzen (mit Storz-Kupplung für Anschluss eines Feuerwehrschauchs)

6.8 Filtration

6.8.1 Ausgangslage

Die bestehende Filteranlage wurde von der Techfina AG, Winterthur, erstellt. Es handelt sich um eine Raumfiltration als vertikal von oben nach unten durchströmter Zweischichtfilter. Die Filterschichten bestehen aus 0.6 m Quarzkies und 1.2 m Anthrazit.



Abbildung 14: Bestehende Sandfiltration (links: Filterzelle, rechts: mit Bedienebene über Schlammwasserbecken)

Das Abwasser fliesst vom Reaktionsbecken /-schacht über eine Kollektorleitung und vier einzelnen Leitungen mit pneumatischen Klappen zu den in Betrieb stehenden Filterzellen. Nach Durchfliessen des Filtermediums wird das Abwasser durch die Filterdüsen in den darunter liegenden Pufferbecken abgeleitet und fliesst über die Filtratableitung ins Spülwasserbecken.

Der Filter wird mit vier Zellen parallel betrieben. Die Filterzellen können für einen Teillastbetrieb in Funktion der Abwassermenge einzeln ab- bzw. zugeschaltet werden. Zudem werden sie zur Reinigung periodisch automatisch rückgespült. Für die Rückspülung wird bereits filtriertes Abwasser genutzt. Zudem wird mit Hilfe von Luft (Spülgebläse) die Turbulenz im Filterbett erhöht und dadurch der Filtersand besser gewaschen. Das Schlammwasser wird heute in den Zulauf des Sandfangs zurückgeführt. Tabelle 5 zeigt die Dimensionierung der bestehenden Filtration, Tabelle 6 die Auslegung der Filtrationsleistung gemäss dem Realisierungspflichtenheft der Filtration.

Tabelle 5: Dimensionierung der bestehenden Filtration

Sandfiltration (Zweischichtfilter)	Einheit	Betriebsfall			
		Q_{min}	Q_{Mittel}	$Q_{TW,max}$	Q_{max}
Abwassermenge (inkl. Rückläufe bei Q_{max})	l/s	11	64	76	~165
Anzahl Filterzellen gesamt (n)	-	4	4	4	4
Filterbetthöhe (Zweischichtfilter)	m	1.8	1.8	1.8	1.8
Fläche pro Filterzelle (L=5.8 m, B=2.22 m)	m ²	12.9	12.9	12.9	12.9
Filterfläche gesamt	m ²	51.5	51.5	51.5	51.5
Filterfläche (n - 1 Zelle; d.h. Spülung einer Zelle)	m ²	38.6	38.6	38.6	38.6
Filtergeschwindigkeit (n Zellen)	m/h	0.8	4.4	5.3	11.5
Filtergeschwindigkeit (n - 1 Zellen)	m/h	1.0	5.9	7.1	15.4

Tabelle 6: Auslegung Filtrationsleistung der bestehenden Filtration

Parameter	Zulauf Filter			Ablauf Filter
	Überlasteter Betrieb (Q_{TW})	Auslegung (bis Q_{max})	Normalbetrieb (bis Q_{max})	
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	40 mg/l	20 mg/l	12-15 mg/l	<3.5 mg/l
Gesamtposphor (P_{tot})	2.0 mg/l	1.5 mg/l	0.5 mg/l	<0.1 mg/l
Phosphor gelöst	1.0 mg/l	0.6 mg/l	0.2 mg/l	

6.8.2 Konzept

Massnahmen am Filter: Für den PAK-Rückhalt ist eine Zweischicht-Flockungsfiltration notwendig, was mit der bestehenden Sandfiltration bereits erfüllt ist. Gemäss Aussagen der Techfina AG sind die Filterkapazität und das eingesetzte Filtermaterial für den neuen Verwendungszweck ausreichend. Lediglich bei den Spülzyklen sind Anpassungen vorzunehmen. Die Einleitbedingungen für die Filtration bleiben gleich, mit der Vorgabe, dass zusätzlich die PAK zurückgehalten werden muss. Die Freisetzung von gebrauchter und mit Spurenstoffen beladener PAK in die Umwelt (Vorfluter) muss durch eine gute Abtrennung der PAK vom gereinigten Abwasser minimiert werden (siehe auch Kapitel 10). Um diesem Ziel gerecht zu werden, wird **zusätzliche Messtechnik** projektiert: Im Ablauf jeder Filterzelle wird eine **Trübungsmessung** von hoher Qualität vorgesehen, damit die Auslösung der Spülungen noch verbessert bzw. überwacht werden kann. Auch Filterdurchbrüche bzw. PAK-Verluste über den Ablauf lassen sich so einfach detektieren.

Messung UV-Absorbanz: Die Elimination der MV kann nicht direkt online gemessen werden. Die UV-Absorbanz ist eine Messgrösse für organische Stoffe (Summenparameter) und korreliert gut mit den MV. Die UV-Absorbanz-Messung ist darum ein geeigneter Ersatzparameter für die aufwendige und teure Spurenstoffanalytik. Messprinzip: mit einer UV-Sonde wird bei einer Wellenlänge von 254 nm die Lichtschwächung durch eine definierte Wasserschicht gemessen. Der Messwert ist der spektrale Absorptionskoeffizient (SAK_{254nm}) bzw. Extinktionskoeffizient mit der Einheit 1/m (oder, Extinktion/m: E/m). Zudem lässt sich nach der **Abnahme der UV-Absorbanz** über die MV-Stufe die Dosierung von PAK regeln. Dazu wird die UV-Absorbanz im Zulauf und Ablauf der MV-Stufe gleichzeitig separat online gemessen und die Abnahme der UV-Absorbanz berechnet. Diese Abnahme korreliert gut mit der MV-Eliminationsleistung. Um eine Regelung der PAK-Dosierung nach der Abnahme der UV-Absorption zu ermöglichen, wird dafür die benötigte Messtechnik installiert.

Externe Analytik: Die Bestimmung der MV-Eliminationsleistung und der PAK im Ablauf ("PAK-Schlupf") erfolgt periodisch über externe Analytik. Dafür werden keine Massnahmen vorgesehen.

Rückführung in die Biologie: Das Schlammwasser aus den Filterrückspülungen, welches auch die dosierte PAK enthält, wird neu zurück in die Biologie gefördert, um die verbleibende Restkapazität der PAK zu nutzen. Eine Rückführung in den Zulauf des Sandfangs wie bisher ist aber nach wie vor möglich, so dass die Biologie in kritischen Fällen vom zusätzlichen Schlamm entlastet werden kann (siehe auch Analyse der Projektrisiken, Kapitel 10). Projektiert werden also die Schlammleitung, welche von der bestehenden Schlammleitung abzweigt sowie zur automatischen Umschaltung je eine Absperrarmatur in der bestehenden und der neuen Schlammwasser-Rückführleitung. Die neue Leitung wird erdverlegt entlang dem Filtergebäude und stirnseitig zu den Belüftungsbecken bis in die Mitte zwischen den Becken verlegt. Die Leitung wird ab dort aufgeteilt und auf der Beckenkrone symmetrisch zu den beiden Dosierstellen in die Belüftungsbecken 1 und 2 geführt.

6.8.3 Massnahmen

- Installation einer Schlammwasserleitung zur Rückführung in die Biologie (zum Teil erdverlegt)
- Messtechnik für Trübungsmessung im Ablauf jeder Filterzelle (4x) mit autom. Reinigungssystem
- Messtechnik für UV-Absorbanz im Zulauf & Ablauf der MV-Stufe (2x) mit autom. Reinigungssystem
- Anpassungen der Spülzyklen (Software)

7 EMSRL-Konzept (Prolewa Elektro-Engineering AG)

7.1 Ausgangslage

Das detaillierte EMSRL-Konzept wurde vom Elektroplaner Prolewa Elektro-Engineering AG definiert.

Die bei den letzten Ausbauten festgelegten EMSRL-Konzepte werden bei allen zukünftigen Erweiterungen angewendet. Dazu gehören generell Energie-Erschliessungen und -Verteilungen, Steuerkonzepte inkl. Hand- und Vorortbedienungen, Hard- und Softwareausrüstung von Schaltschränken, Elektroinstallationen, Messtechnik und SPS/PLS-Automatisierung.

Jedes Aggregat wird mit einem Revisionsschalter gemäss der aktuellen Vorschrift ausgestattet. Der Schalter befindet sich in Sichtweite des Aggregates. Die Ausführung erfolgt entsprechend dem Konzept der bestehenden Revisionsschalter.

7.2 Energieversorgung

Das Energieverteilprinzip auf der ARA Gossau-Grünigen ist grundsätzlich definiert. Die Hauptverteilung wird in einem separaten Projekt Werterhaltung 2018/2019 saniert.

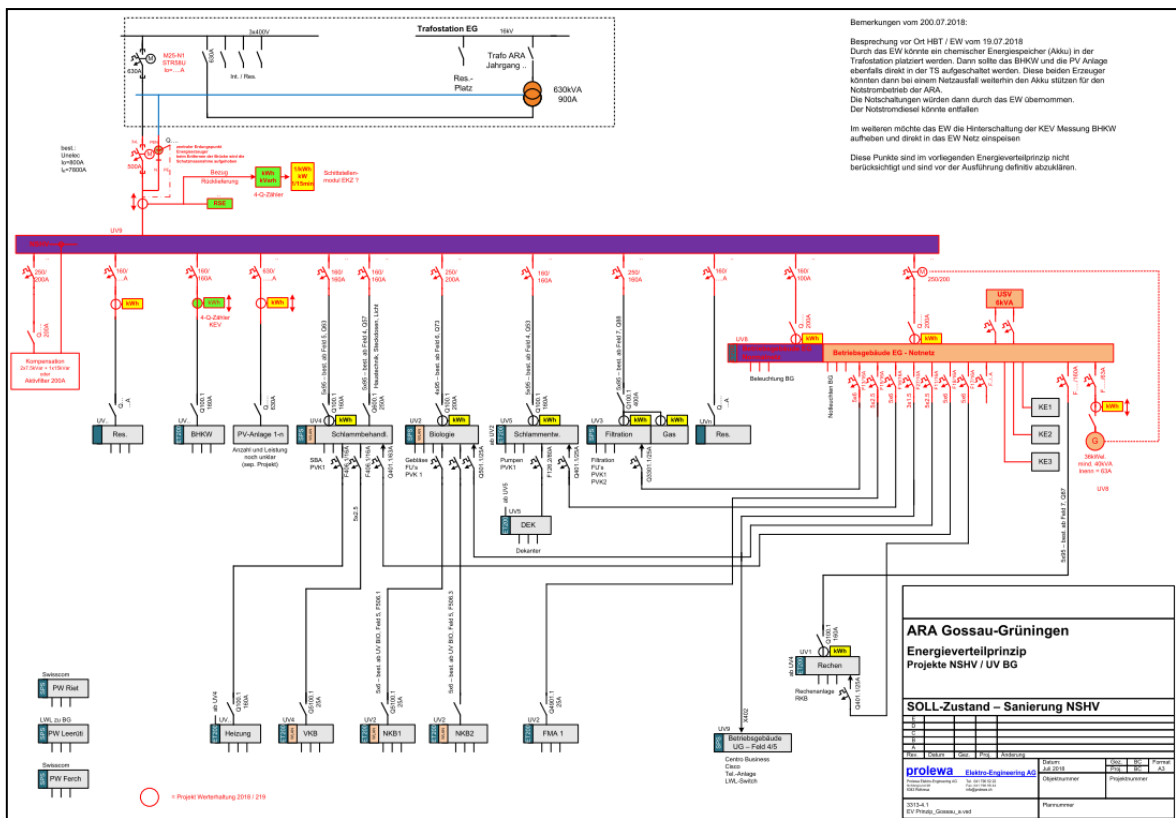


Abbildung 15: Energieverteilprinzip ARA Gossau-Grünigen

Zusätzlicher Energiebedarf der ARA Gossau-Grünigen:

Hauptverbraucher der neuen MV-Stufe sind die neue PAK-Station, die vier zusätzlichen Rührwerke in den vier Beckenteilen des Flockungsreaktors sowie die neue Druckluftversorgung. Bei der PAK-Dosieranlage ist von einer Anschlussleistung für Antriebe, Ventile, Beleuchtung etc. von ca. 10 kW auszugehen. Die Anschlussleistung der vier Rührwerke beträgt rund je 1.3 kW, also insgesamt 5.2 kW. Druckluftanlage mit ca. 2 x 3 kW Redundanzkompressoren. Daraus ergibt sich eine Erhöhung der Verbrauchsleistung in der Unterverteilung (UV) Filtration von total ca. 21 kW.

Die bestehende Ausrüstung und Einspeisung von 160 A auf die UV 3 Filtration ist weiterhin genügend gross und kann ohne weitere Anpassungen weiterverwendet werden.

7.3 Erschliessung

Die Erschliessung der neuen Aggregate erfolgt erdverlegt parallel zur Leitung der PAK-Suspension zum Silo (PAK-Dosierung).

Für die Elektroerschliessung sind mindestens zwei Kabelschutzrohre DN100 vorzusehen, damit die Leistungskabel getrennt von den Steuerkabeln verlegt werden können.

7.4 Schaltgerätekombination

Die bestehende UV 3 Filtration, welche im Filtergebäude aufgestellt ist, wird um die notwendige Anzahl Schaltschrankfelder erweitert (voraussichtlich 3 Felder). Die Aufstellung erfolgt auf dem Reserveplatz in der Mitte des Raumes gemäss Abbildung 16.

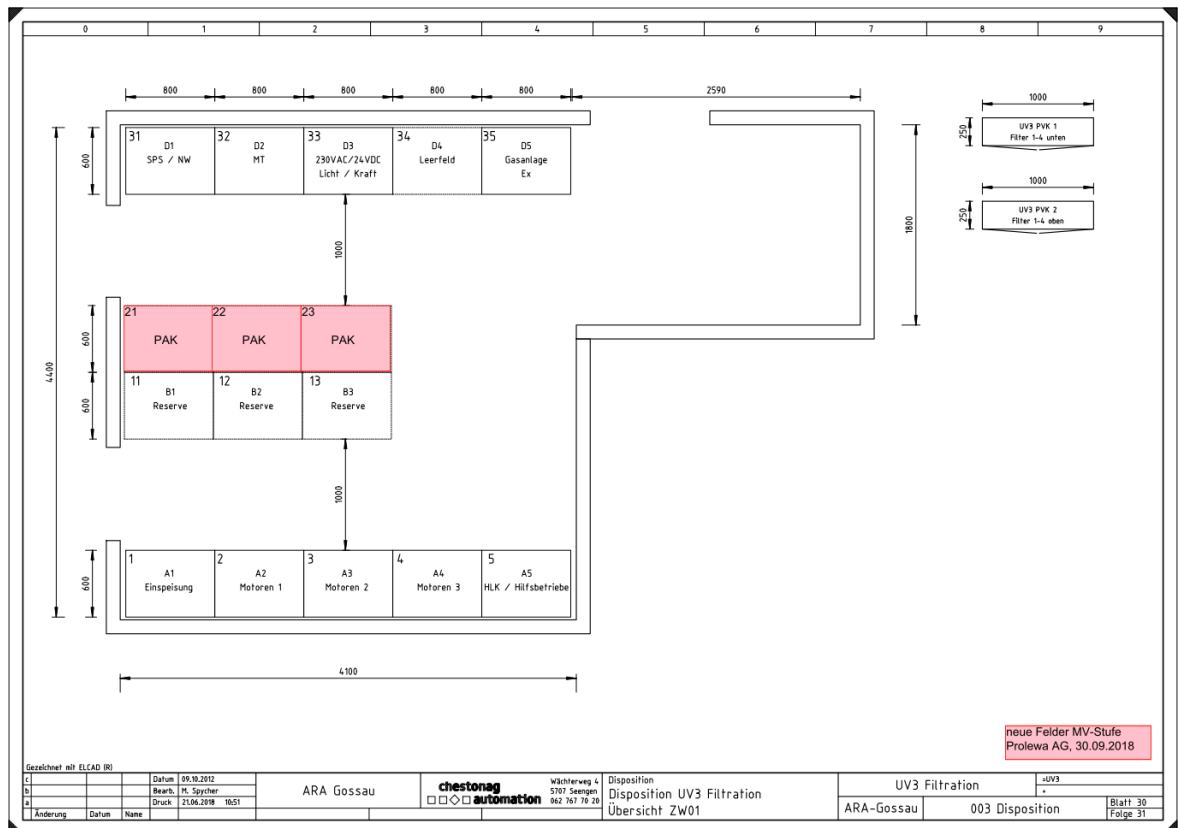


Abbildung 16: Grundriss UV 3 Filtration



Es ist vorgesehen, dass dieser Teil niederspannungsseitig möglichst unabhängig von der Filteranlage betrieben werden kann.

Die neuen Motoren, Messgeräte und Ventile werden hauptsächlich direkt ab der UV 3 Filtration erschlossen. Die elektrischen Betriebsmittel der Geräte werden in den neuen Schaltschrankfeldern eingebaut. Frequenzumformer zur Drehzahlregelung der Motoren werden dezentral in der Nähe des Aggregates platziert.

Vorort in der Silozarge ist ein abgesetzter Steuerkasten vorgesehen für die Platzierung einer einfachen Anzeige, Überwachung und Bedienung der PAK-Dosieranlage. Sicherheitsschalter für die Antriebe, Handschalter und Pilotventile für Pneumatik-Komponenten und auch Aufschaltungen von Messsignalen werden integriert.

7.5 Pneumatikverteilung

Die beiden Schieber für die PAK-Dosierung entweder zum PAK-Flockungsreaktor oder zur Biologie wie auch die Schieber Filter-Schlammwasser-Rückführung entweder zu BB1 / BB2 oder zu Sandfang werden örtlich auf den bestehenden Pneumatikkasten aufgeschaltet. Soweit notwendig werden die Pneumatikverteiler erweitert.

Die neuen, pneumatisch angesteuerten Aktoren innerhalb der Silozarge werden an den Pilotventilblock im Steuerkasten innerhalb der Silozarge aufgeschaltet.

7.6 Elektroinstallationen

7.6.1 Allgemein

Für die elektrische Installation wird ausschliesslich Material in korrosionsbeständiger und halogenfreier Ausführung eingesetzt. Im Aussenbereich ist UV-beständiges Material zu verwenden, respektive zusätzliche Schutzmassnahmen zu ergreifen, z.B. Kabelschutz mit Ummantelungen.

Schalter und Steckdosen werden in nasser Ausführung vorgesehen. Beleuchtungseinrichtungen sind mit LED auszuführen.

Installationen werden dem EX-Zonenplan entsprechend vorschriftsgemäss ausgeführt.

Das bestehende Beschilderungskonzept auf der ARA wird wie bisher umgesetzt.

Leistungskabel ab Frequenzrichter sind abgeschirmt auszuführen, Abschirmungen sind grossflächig auf Erde zu legen. Die Vorgaben der Hersteller sind zu befolgen.

7.6.2 Erder

Fundamenterdungen und Potentialausgleiche erfolgen gemäss den einschlägigen Vorschriften. Bei speziellen Einrichtungen wie der PAK-Siloanlage wird den Vorgaben der Lieferanten Rechnung getragen betreffend Blitz- und Überspannungsschutzeinrichtungen.

Es sind ein Fundamenterder in der neuen Bodenplatte und zusätzliche Tiefenerder vorgesehen, da das Fundament selber zu wenig tief im Erdreich steht. Zusätzlich wird das bestehende Erdungssystem der angrenzenden Gebäude mit einbezogen und zusätzlich angeschlossen. Metallene Gegenstände werden gemäss den aktuellen Normen mit einem Schutzpotentialausgleich verbunden.

Das PAK-Silo wird der EX-Zone 2 zugeordnet werden, womit die Blitzschutzklasse 1 angewendet werden muss. Daraus resultieren 2 bis 3 Fangleitungen mit entsprechenden Anschlüssen. Die Blitzschutzanlage wird gemäss den behördlichen Vorschriften erstellt. Der Blitzschutz am PAK-Silo selber liegt im Lieferumfang des Ausrüsters der PAK-Anlage.

7.6.3 Beleuchtung

Leuchten gemäss den allgemeinen Vorgaben und technischen Bedingungen ARA Gossau-Grüningen. Die Beleuchtung des Zargenraumes gehört in den Lieferumfang des Ausrüsters des Standzargen-Silos. Beim für Richtpreise angefragten Lieferanten ist die Zarge innen beleuchtet über Leuchtstoffröhren mit Lichtschalter und mit einer 230 V Steckdose für Kleinverbraucher ausgerüstet.

Die bestehende Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung im Filtergebäude wird beibehalten. Innerhalb der Silozarge wird aufgrund der überschaubaren Grösse auf eine solche zusätzliche Beleuchtung verzichtet.

7.6.4 Steckdosen

In den Steuerkasten innerhalb der Silozarge werde für einfache Anwendungen Kraftsteckdosen integriert in Ausführung CEE16 und T15.

7.7 Automatisierungssystem

7.7.1 SPS/PLS-Automatisierung

Die Automation der neuen Geräte und Verfahrensstufe erfolgt über die bestehende speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) in der UV 3 Filtration Die bestehende SPS ist für die neue und zusätzliche Ausrüstung anzupassen und zu erweitern.

Das SPS/PLS-Konzept wurde mit der Ausrüstung der Filteranlage und den letzten Umbauten Schlamm und Rechenanlage neu definiert und wird so weitergeführt. Die SPS-Hardwarekomponenten sind vor der Ausführung nochmals zu definieren, ob auf diesen Zeitpunkt allenfalls auf eine neuere Generation gewechselt werden sollte.

Für die PAK-Dosieranlage ist keine zusätzliche PLS-Bedienstation vorgesehen. Das bestehende Automatisierungssystem wird entsprechend der neuen Anlageteil erweitert und angepasst.

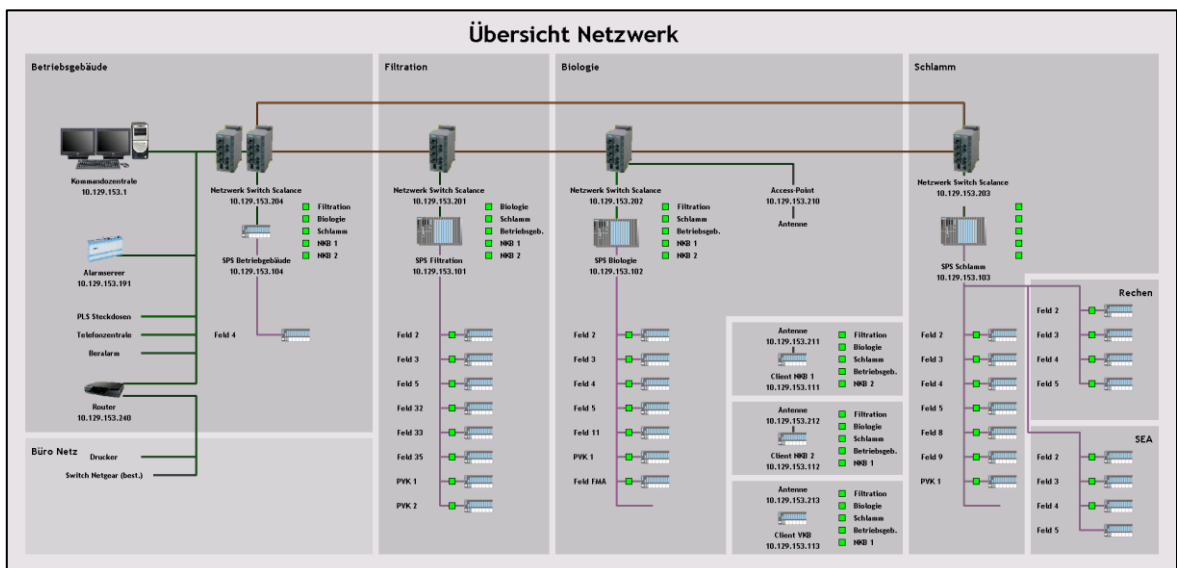


Abbildung 17: Übersicht bestehendes Netzwerk ARA Gossau-Grüningen

7.7.2 Revisionschalter

Eine zusätzliche Bedienung ist mittels Revisionschalters möglich.

7.7.3 R+I-Schema / Funktionsbeschreibung (FUB)

Als Vorlage für die SPS/PLS-Automatisierung dienen das R+I-Schema und der Funktionsbeschreibung (FUB). Diese beiden relevanten Dokumente werden durch den Verfahrensplaner erstellt und in Zusammenarbeit mit den Anlage-Lieferanten, dem ARA-Betrieb, dem EMSRL-Planer und dem SPS/PLS-Lieferanten überarbeitet. Beide Dokumente sind vor der Ausführung zu erstellen und frühzeitig verfügbar zu machen.

7.7.4 Betriebsprotokollierung / Alarmierung

Das Protokollierungs- und Alarmierungssystem ist auf der ARA Gossau-Grünigen bestehend und ist mit der neuen Anlage zu ergänzen.

7.7.5 Elektroschema

Das Elektroschema UV 3 Filtration wird durch die Chestonag Automation AG mit den neuen Schalt-schrankfeldern und abgesetzten Einheiten erweitert und angepasst.

7.8 Messtechnik

Grundsätzlich sollen normierte Stromsignale 4...20 mA auf dezentrale Peripheriemodule realisiert werden. Messsignale, welche vom Aussenbereich eingeführt werden, sind schaltschrankseitig mit geeigneten Überspannungsschutzableitern oder galvanischen Trennungen auszurüsten.

Bei allen medienberührten Geräten ist die zusätzliche mechanische Belastung durch die PAK (Abrasion) zu beachten.

Die Lieferung der messtechnischen Ausrüstung erfolgt durch die Verfahrensausrüster. Das betrifft innerhalb der PAK Dosieranlage sämtliche Messgeräte. Das ist zwingend so notwendig, damit die Dosieranlage zuverlässig funktioniert und der Lieferant die Betriebsgarantien erfüllen kann.

Bei der übergeordneten Messtechnik wie SAK-Messungen Zulauf MV-Stufe / Ablauf Filtration und Trübungsmessungen Ablauf Filterzellen 1 bis 4 wird voraussichtlich der Erstausrüster der Filtration Lieferung und Einbau übernehmen. Die Messeinrichtungen (Sonden, Messumformer, Durchflussarmaturen, Magnetventile zur Umschaltung, Reinigungssystem) werden auf einem Panel montiert, welches an der Wand im UG neben der Filtration installiert wird. Vorgaben betreffend Gerätetypen, Einbausystem, Signalformen etc. sind in Absprache ARA, HBT und Prolewa zu treffen. Die Einbindung in das übergeordnete Leitsystem erfolgt wiederum im Umfang der restlichen EMSRL-Technik.

7.9 Korrosionsschutzkonzept

Der Korrosionsschutz basiert auf möglichst keinen Verbindungen zwischen unterschiedlichen Metallen, während seitens Personenschutzes (höhere Gewichtung) Potentialausgleiche zwingend erforderlich sind → Zielkonflikt.

Bei einer galvanisch getrennt ausgeführten Montage der Rührwerke in den PAK-Reaktoren muss die Funktionserdung der Antriebe über eine Dioden-Abgrenzeinheit geführt werden.

7.10 Provisorien

Es wird angestrebt, das Projekt mit möglichst wenig Provisorien umzusetzen.

8 HLKS-Konzept

8.1 Heizung

Im Technikraum des Standzargen-Silos wird bauseitig keine Heizung vorgesehen. Die Heizung des Zargenraumes gehört in den Lieferumfang des Ausrüsters des Standzargen-Silos. Beim für Richtpreise angefragten Lieferanten wird die Zarge mittels Rippenrohrheizkörper geheizt, die Ausführung kann je nach Ausrüster auch anders sein.

8.2 Lüftung

Im Technikraum des Standzargen-Silos wird bauseitig keine Lüftung vorgesehen. Die Klimatisierung des Zargenraumes gehört in den Lieferumfang des Ausrüsters des Standzargen-Silos. Beim für Richtpreise angefragten Lieferanten hat die Zarge einen Ventilator.

8.3 Sanitär

Druckluft wird für die Fluidisierung der PAK im Silo benötigt (ISO 8573-1 Klassen 2,3,2 bzw. Drucktaupunkt kleiner -20°C). Dafür werden max. ca. $3.6 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 6 bar benötigt. Der maximale Druckluftbedarf fällt nur sporadisch kurzzeitig zur Fluidisierung der PAK an. Die Druckluftleitung wird erdverlegt parallel zur Leitung der PAK-Suspension zum Silo (PAK-Dosierung) geführt. Der Anschluss an das PAK-Silo erfolgt mit Kugelhahn. Die benötigte Luft wird mit einem Adsorptionstrockner aufbereitet. Die Druckluft wird mit einer neuen Druckluftkompressoranlage erzeugt. Für diese gilt:

- Die neue Druckluftanlage für die Fluidisierung der PAK und der Pneumaten (Taupunkt -20°C) wird optimiert für Verbräuche / Anforderungen der MV-Stufe und ohne Reserven für andere / zukünftige Verbraucher konzipiert.
- Der Standort der neuen Druckluftanlage ist im Filtergebäude; der Druckluftkompressor wird an die Betonwand auf Konsolen montiert.
- Die neue Druckluftanlage wird mit dem bestehenden Netz verbunden, womit beim bestehenden System Redundanz geschaffen wird. Es ist aber zu beachten, dass das bestehende Druckluftsystem den Anforderungen zur Benutzung für die MV-Stufe nicht erfüllt (nur Kältetrockner bei bestehendem Kompressor, Taupunkt ca. $+4^{\circ}\text{C}$; dazu nur im Winter Betrieb eines kleinen Adsorptionstrockners für die bestehenden aussenaufgestellten Pneumaten der Sandfiltration).

Brauchwasser wird zur Benetzung im Dispergator benötigt. Der Verbrauch für die Benetzung im Dispergator beträgt rund 3 bis $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 4 bar. Ebenfalls soll zu Reinigungszwecken in der Silozarge Brauchwasser verfügbar sein.

Es wird davon ausgegangen, dass die Kapazität der bestehenden Brauchwasseranlage ausreicht. Das Brauchwasser kann von bestehender Brauchwasseranlage bezogen werden; Anschluss ab bestehender Hydrantenleitung im Erdreich. Innerhalb des Technikraums wird die Brauchwasserleitung mit einem Elektrorohrbegleitheizband inkl. Steuerung gegen Frost geschützt. Sanitäre Einrichtungen sind im Technikraum des Standzargen-Silos nicht vorgesehen.

Entwässerung: Die Entwässerung erfolgt über eine Bodenrinne im Zargeninneren via Schlammsammler und einer Abwasserhebeanlage. Die Entwässerung der Zarge erfolgt in die Bodenrinne. Die Bodenrinne dient zur Reinigung oder für die sichere Ableitung im Fall einer Wasserüberflutung).

Die Pumpendruckleitung wird erdverlegt zum Biologiebecken geführt. Leitungsführung um das Gasometer rum, entlang der Strasse, dann parallel zur PAK-Rückführleitung. Dies ist die gleiche Leitungsführung wie für die Verbindungsleitung der PAK-Suspension zur alternativen Dosierstelle direkt in die Biologie.



9 Weitere Konzepte

9.1 EX-Schutzkonzept

PAK kann bei Aufwirbelung in der Luft Staubexplosionen auslösen, wenn eine Zündquelle vorhanden ist. Darum zählen Bereiche in denen mit trockener PAK gearbeitet wird, und die PAK potentiell in die Umgebungsluft austreten kann, als explosionsgefährdende Bereiche. Zum Gesamtsystem gehören die notwendigen Massnahmen zum Schutz gegen Staubexplosionen in diesen EX-Zonen. Grundsätzlich müssen alle möglichen wirksamen Zündquellen vermieden werden, wie beispielsweise Vermeidung von statischer Aufladung (Erdung), Schutz vor Blitzschlag, nur EX-Zonen zugelassene Geräte einsetzen. Das Explosionsschutzkonzept umfasst den gesamten Bereich der Silo- und Dosieranlage und wird nachfolgend beschrieben. Eine Beschilderung mit Verhaltenshinweisen wird umgesetzt.

9.1.1 Grundsätze und Mindestvorschriften

Es gelten zwingend die Mindestvorschriften gemäss der europäischen Betriebsrichtlinie 1999/92/EG (auch als "ATEX 137" bezeichnet). Die Umsetzung dieser Richtlinie ist in folgendem Dokument der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA geregelt: "Explosionsschutz - Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen" (SUVA Merkblatt 2153). Für sämtliche elektrischen Geräte, die in Explosionsschutz-zonen installiert werden und die sicherheitsrelevant sind, sind Prüfbescheinigungen gemäss der Richtlinie 1999/92/EG vorzulegen.

9.1.2 Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen / Zonen für brennbare Stäube

Die Einteilung in Zonen ist ein Hilfsmittel zum Schutz vor Explosionen. Anhand dieser Einteilung wird ersichtlich, wo wirksame Zündquellen verhindert werden müssen und wie wahrscheinlich es ist, dass bei der Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Lagerung, beim Umschlag und bei der Fortleitung brennbarer Gase, Flüssigkeiten bzw. Stäube explosionsfähige Gemische auftreten können.

Wie alle brennbaren Stäube mit einem Durchmesser von $<500 \mu\text{m}$ kann PAK bei Aufwirbelung in der Luft Staubexplosionen auslösen, wenn eine Zündquelle vorhanden ist. Bei einer PAK-Anlage ist darum der Schutz gegen Staubexplosionen zu beachten. Durch Staub explosionsgefährdete Bereiche werden gemäss Anhang I/2 der Betriebsrichtlinie 1999/92/EG nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre in folgende Zonen unterteilt:

- Zone 20: Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, **über lange Zeiträume** oder häufig vorhanden ist.
- Zone 21: Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb **gelegentlich** eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.
- Zone 22: Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber **nur kurzzeitig** auftritt.

9.1.3 Zonenbewertung

- Zone 20: Bereich Feststoffdosierung: das Innere der Vorlagebehälter der Waage einschliesslich aller angeschlossenen Geräte und Leitungen und das Innere des Feindosierers; Bereich Suspensionserzeugung: das Innere des Einspültrichters.
- Zone 21: Das Innere des Silos einschliesslich aller angeschlossenen Geräte und Rohrleitungen sowie Befüllleitung
- Zone 22: Allenfalls die Reingasseite des Filters auf dem Silo und im Umkreis um die Ausblasöffnung; Umkreis um die Schlauchkupplung der Silo-Befüllleitung; im Bereich Entlüftung: Das Innere der Entlüftungsleitungen bis zum Abluftfilter. Je nach Ausführung sind diese Bereiche allenfalls EX-zonenfrei.

9.2 Materialisierungskonzept

9.2.1 Beton

Tabelle 7: Materialisierung Beton

Bauteil	Betoneigenschaften	Mechanische Eigenschaften
Magerbeton, Negativbeton	CEM 150 kg/m ³	
Bewitterte und Taumitteln ausgesetzte Bauteile	NPK G, d.h. C 30/37, XD4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH), CI 0.10, Dmax 32	$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$

9.2.2 Strasse

Tabelle 8: Materialisierung Strasse

Bauteil	Eigenschaften
Deckschicht	AC 8 N
Tragschicht	ACT 16
Planiekies	Körnung 0/22
Ungebundener Kies	Körnung 0/45

Die Verbindungstrasse soll aus versickerungsfähigem Belag bestehen.

9.2.3 Elektromechanische Ausrüstung

Die Wahl der Werkstoffe für die PAK-Anlagenteile erfolgt durch den Systemanbieter. Um den mechanischen Abrieb von Geräten durch PAK zu mindern, werden abriebfeste Materialien (Edelstahl, harte Kunststoffe) vorgeschrieben, besonders für das Dosiersystem und Bereiche mit hohen Fließgeschwindigkeiten der PAK-Suspension. Für die weiteren Installationen gilt:

- Wasserbenetzte Rohrleitungen in Edelstahl (Schlammleitungen, Brauchwasser, Trinkwasser werden mindestens in Edelstahl, Werkstoff 1.4404 oder höher ausgeführt.
- Befestigungsmaterialien (Rohrschellen, Halterungen, Gewindestangen etc.) werden in Edelstahl (1.4301 oder höher) ausgeführt
- Schieber Sistag VN oder ähnlich

10 Analyse der Projektrisiken

10.1 PAK-Rückhalt allgemein

Wichtig für einen sachgemässen Gewässerschutz ist es, den Verlust von Aktivkohle über den Ablauf der ARA möglichst gering zu halten, um die Desorption von MV in natürliche Gewässer zu minimieren. Die PAK muss im Filter effektiv zurückgehalten werden. Mit der geplanten PAK-Dosierung vor den Sandfilter wurde ein Verfahren gewählt, welches mittlerweile dem Stand der Technik entspricht. Mit einer guten Flockung und der richtigen Auslegung der Sandfiltration wird ein übermässiger Austrag von Pulveraktivkohle in den Vorfluter minimiert. Ein gewisser (geringer) Verlust ist bei einer Sandfiltration nicht zu vermeiden. Dieser sogenannte Schlupf von Aktivkohle konnte bislang nicht genau quantifiziert werden, da es schwierig war, die Aktivkohle vom restlichen GUS zu unterscheiden. Die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) hat nun eine Methode entwickelt, die zu dieser Unterscheidung in der Lage ist. Diese basiert auf einer Thermogravimetrischen Analyse (TGA) der abfiltrierten Feststoffe in einer Stickstoff- und einer Sauerstoff-Atmosphäre [20].

Messwerte auf der ARA Ergolz 1 und der ARA Herisau (erste Schweizer Anlage mit dem Ulmer Verfahren zur MV-Elimination) deuten darauf hin, dass der PAK-Schlupf gering sein dürfte. Bei diesen Versuchen wurde für beide Verfahren ein vergleichbarer Rückhalt von >99% der dosierten PAK gemessen [20]. Der GUS-Rückhalt der untersuchten Verfahren lag niedriger als der Rückhalt von PAK, was zeigt, dass GUS kein geeigneter Parameter zur Bestimmung des PAK-Schlupfs ist. Die PAK-Konzentrationen im Ablauf waren sehr gering. Abbildung 18 zeigt jeweils den PAK-Gehalt nach den relevanten Stufen von Messungen der beiden Verfahren im Vergleich:

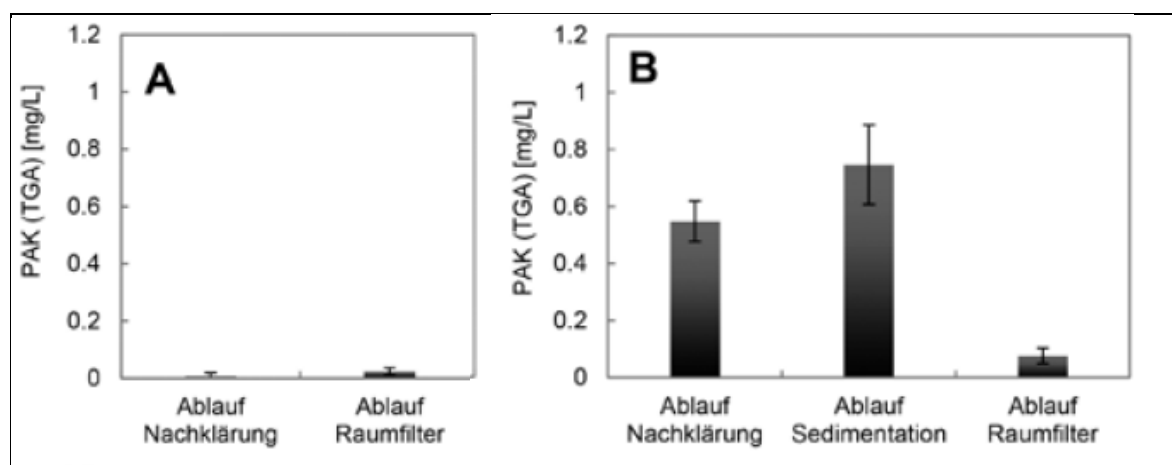


Abbildung 18: Mittels TGA gemessene PAK-Konzentration in Abwasser der ARA Ergolz 1 (A) und Herisau (B) [20]

Die FHNW ist derzeit im Auftrag der VSA-Plattform "Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen" daran, den Aktivkohleverlust im Ablauf von verschiedenen Verfahren systematisch und bei verschiedenen Betriebszuständen zu erheben. Dies wird einen Anhaltspunkt darüber geben, wie viel PAK-Schlupf bei einem bestimmten Verfahren in etwa zu erwarten ist, und wie effizient der Kohlerückhalt mit den Standardverfahren ist. Zudem werden weitere Parameter erhoben, die eventuell hinsichtlich eines zukünftigen Überwachungskonzepts als Indikatoren für einen PAK-Schlupf herangezogen werden könnten. Wenn diese Ergebnisse vorliegen können noch genauere Aussagen zum erwarteten PAK-Rückhalt getroffen werden.

10.2 Beurteilung MV-Projekt ARA Gossau-Grünigen

Vergleichbarkeit mit Referenzanlagen / Eignung der bestehenden Filtration: Gemäss Filterlieferant (Techfina AG) sind aufgrund von Erfahrungen auf anderen Anlagen und den Bedingungen auf der ARA Gossau-Grünigen keine Probleme für das Verfahren "Adsorption an PAK bei Dosierung vor die Sandfiltration" zu erwarten. Der vorhandene Aufbau des Filters ist mit demjenigen im Projekt Aktifilt auf der ARA Ergolz 1 [18] vergleichbar (Filterbetthöhen, Geschwindigkeiten, Filtermaterialien).

PAK-Schlupf: Gemäss Antrag 2 des BAFU-Anhörungserschreibens [3] muss spätestens bei Inbetriebnahme ein Überwachungskonzept zum PAK-Schlupf vorhanden sein und während des Betriebs umgesetzt werden. Der PAK-Schlupf ist grundsätzlich bei einer korrekt dimensionierten und betriebenen Gesamtanlage (Flockungsstufe und Zweischichtfiltration) minimal und liegt gemäss aktuellen Messungen bei etwa 1%. Der PAK-Schlupf erhöht sich leicht bei der Sättigung des Filters, d.h. dann, wenn der Filter gespült werden muss. Die korrekte Spülauslösung ist dementsprechend entscheidend für einen Betrieb mit minimalem PAK-Schlupf. Bereits im Vorprojekt wurde die Installation einer Trübungsmessung im Ablauf jeder Filterzelle empfohlen, was eine zusätzliche Möglichkeit für die Spülauslösung und auch zur Überwachung der Ablaufqualität ermöglicht. An dieser Trübungsmessung im Ablauf jeder Filterzelle wird ebenfalls festgehalten, Diese Massnahme stellt auch das gewünschte Überwachungskonzept dar. Eine qualitativ gute Trübungsmessung ist wichtig.

Dimensionierung Flockungsreaktor: Der Flockungsreaktor weist bei Nutzung des gesamten Volumens hydraulische Reserven auf. So würden auch bei höherer Abwassermenge noch genügende lange Verweilzeiten resultieren. Erst bei 266 l/s bzw. 160% des heutigen Q_{max} von 165 l/s würde die minimale Verweilzeit von 10 min unterschritten. Hydraulisch wären also andere bzw. bestehende Verfahrensstufen der ARA limitierend. Bei der Nutzung nur des halben Flockungsreaktorvolumens wird die Aufenthaltszeit als zu gering erachtet, weshalb von dieser Idee Abstand genommen wurde.

Kapazität Schlammwasserpumpen: Gemäss Einschätzung des Ausrüsters (Techfina AG) sind Förderleistung und Art der Schlammwasserpumpen für den neuen Zweck ausreichend. Die Förderleistung wird sich bei Rückführung in die Biologie durch die kürzere Leitungsführung infolge geringeren Druckverlusts gegenüber heute erhöhen. Der Pumpenlieferant beurteilt der Einsatz dieser Pumpen zur Förderung des zukünftig PAK enthaltenden Schlammwassers als unkritisch. Falls es zu gehäuften Rückspülungen kommen würde und die Wartezeit zwischen den Spülungen verkürzt werden müsste, könnten die bestehenden Schlammwasserpumpen durch Aggregate mit einer höheren Förderleistung ersetzt werden. Da die Wahrscheinlichkeit dafür als sehr gering erachtet wird, ist innerhalb dieses Projekts kein Ersatz der Schlammwasserpumpen vorgesehen.

PAK-Rückführung in die Biologie: Die Auslastung der Biologie ist heute schon nahe an der Auslegung [8]. Dadurch könnte die biologische Stufe saisonal bedingt auch ohne Rückführung der PAK an Kapazitätsgrenzen stossen. Der grosse Vorteil des gewählten Verfahrens ist es, dass die Pulveraktivkohle nur dann in die Biologie zurückgeführt wird, wenn Reserven bezüglich Schlammalter bestehen, und man z. B. bei tiefen Temperaturen darauf verzichtet. Dadurch kann auch im Winter das für eine stabile Nitrifikation erforderliche Schlammalter erreicht werden. Dies geht zwar mit einer etwas schlechteren Ausnutzung der Adsorptionskapazität und somit etwas höheren Betriebskosten einher, aber die Reinigungsleistung bezüglich MV-Elimination kann aufrechterhalten werden. Bei einer PAK-Direktdosierung in die Biologie wäre dies nicht möglich.

Möglichkeit der Direktdosierung in die Biologie: Durch eine zusätzliche Leitungsführung für die PAK-Suspension in die Biologie wird verfahrenstechnische Redundanz bzw. Flexibilität geschaffen. Die Dosierung der PAK kann somit auch direkt in die Biologie erfolgen.

Qualität PAK: Bei der Selektion der PAK muss auf eine gute Qualitätssicherung Wert gelegt werden. Bis dann kann von Betriebserfahrungen anderer Anlagen bezüglich Beschaffung der PAK profitiert werden. Wir empfehlen, bei neuen Kohlesorten erst nach Tests eine ganze Silofüllung anliefern zu lassen.

Fazit: Wir beurteilen insgesamt die Risiken im Projekt Elimination Mikroverunreinigungen als bekannt, beschreibbar und mit geeigneten Massnahmen als beherrschbar.



11 Weitere projektrelevante Aspekte

11.1 Nachbarschaft

Luft: Beim Umschlag von PAK kann es zu Staubemissionen kommen. Diese werden durch geeignete Massnahmen vermieden. Durch die Umsetzung des Projekts wird die Geruchssituation nicht verändert.

Lärm: Durch die zusätzlichen LKW-Fahrten zur PAK-Anlieferung und Schlamm Entsorgung wird die Lärmbelastung erhöht. Die zusätzlichen Transporte zur PAK-Lieferung werden bei der Wahl einer PAK-Lagerung in Silos auf rund 1 Fahrt pro Jahr oder höchstens alle paar Monate geringgehalten. Die zu entsorgende Schlammmenge erhöht sich um 5-10%.

Areal: Die Parzelle 8304 muss für das Projekt teilweise in Anspruch genommen werden. Diese Parzelle wird heute gemäss einer mündlichen Vereinbarung durch den Nachbarn für landwirtschaftliche Zwecke genutzt.

11.2 Umweltaspekte

UVP: Die Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988 legt fest, welche Anlagen bei einem Neubau oder bei einer Änderung einer bestehenden Anlage einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterstehen. Bei vorliegender Anlage handelt es sich um eine Abwasserreinigungsanlage für eine Kapazität von weniger als 20'000 Einwohnerwerten (Anlagentyp 40.9 gemäss Anhang UVPV). Vorliegendes Bauvorhaben ist nicht UVP-pflichtig, da die ARA-Grösse unter der relevanten Schwelle von 20'000 EW liegt.

Umgang mit Ressourcen: Bei der Projektumsetzung wird auf einen minimalen Landverbrauch geachtet. Dies ist aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse ohnehin notwendig. Dank der Nutzung von bestehenden Anlagenteilen (Kontaktbecken, Sandfiltration) wird nur für die unumgänglichen Anlagenteile zur Lagerung / Dosierung der PAK und die Zufahrt zur Anlieferung zusätzlich Land beansprucht. Die Platzierung ist aber so gestaltet, dass langfristig das Areal optimal genutzt werden kann.

Chemikalienverbrauch: Der Fällmittelverbrauch wird möglichst geringgehalten. Beim gewählten MV-Verfahren wird in der Regel kein Flockungshilfsmittel zum effizienten Rückhalt der PAK benötigt. Im zukünftigen Betrieb wird nebst den Fällmitteln zusätzlich PAK als Betriebsmittel benötigt. Durch die Wahl einer Dosierung vor den Sandfilter mit Rückführung in die Biologie kann gegenüber einer PAK-Direkt-dosierung der PAK-Verbrauch um rund 50% tiefer gehalten werden. Die Wahl der geeigneten PAK erfolgt auf Basis der durchgeführten PAK-Schüttelversuche im Labor der Eawag mit dem Abwasser der ARA Gossau-Grünigen.

Abfallentsorgung: Die beladene PAK wird zusammen mit dem Schlamm entsorgt und kann somit bei der Verbrennung thermisch genutzt werden.

Oberflächengewässer: Die zusätzliche Reinigungsstufe trägt über die Reduktion von Mikroverunreinigungen von mindestens 80% wesentlich zur Verbesserung der Qualität des Oberflächengewässers bei. Es werden Massnahmen zur Minimierung des PAK-Schlupfs in den Vorfluter eingeplant, dazu gehört die Trübungsmessung im Ablauf jeder Filterzelle.

Die Bestimmung der MV-Eliminationsleistung und der PAK im Ablauf ("PAK-Schlupf") erfolgt periodisch über externe Analytik. Dafür werden keine Massnahmen vorgesehen.

11.3 CE-Konformität

Die CE-Konformitätserklärung der Gesamtanlage wird im Rahmen der Ausführung von der Hunziker Betatech AG mit der neuen Verfahrensstufe aktualisiert.

12 Kosten

12.1 Grundlagen

Die **Investitionskosten** für PAK-Silo und Dosierstation basieren auf Richtangeboten von Ausrüstern und Angeboten von vergleichbaren Projekten. Die Kosten für Umrüstungen am Sandfilter beruhen auf einem Richtangebot des Ausrüsters der bestehenden Filtration (Techfina SA). Die Kosten für alle weiteren Arbeitsgattungen exkl. EMSRL wurden durch die internen Fachplaner aufgrund der Ausmasse und von Erfahrungszahlen berechnet. Die Kosten für die EMSRL-Technik wurden von der Prolewa Elektro-Engineering AG berechnet. Die Zusammenstellung und Plausibilisierung erfolgte durch die Hunziker Betatech AG.

- Kostenstand Oktober 2018
- Kostengenauigkeit +/- 10%
- Mehrwertsteuer exklusive Mehrwertsteuer

Abgrenzung: Folgende Kosten wurden nicht berücksichtigt:

- Betriebliche Eigenleistungen
- Baufinanzierung nach Baubeginn (Kapitalzinsen / Kreditfinanzierung)
- Versicherungen bis Baubeginn
- Baustrom, Bauwasser, Energie
- Ersatzteile, Betriebsmittel, Verschleissteile

12.2 Kostenvoranschlag

In Tabelle 9 sind die Hauptpositionen des Kostenvoranschlags zusammengefasst, aufgeteilt nach Arbeitsgattung. Dabei sind auch die bereits aufgelaufenen Kosten für Vorinvestitionen erfasst. Diese sind vor allem durch die baulichen Vorinvestitionen für das bestehende Kontaktbecken geprägt, berücksichtigen aber auch die Vorinvestitionen für Studien, Laboranalysen, Vorprojekt, Bauprojekt, etc.

Tabelle 9: Zusammenfassung Kostenvoranschlag MV-Stufe, exkl. MwSt.

Arbeitsgattung	Einheit	Kosten (+/- 10%)
Vorinvestitionen Bau (Kontaktbecken, inkl. Honorar, siehe Kapitel 12.3)	Fr.	298'000.--
Vorinvestitionen Planung / Labor bis und mit Phase Bauprojekt	Fr.	124'000.--
Vorbereitungsarbeiten	Fr.	28'000.--
Bau (inkl. HLKS)	Fr.	57'000.--
Elektromechanische Ausrüstung, Verfahrenstechnik	Fr.	650'000.--
EMSRL-Technik	Fr.	180'000.--
Umgebungsarbeiten / Tiefbau	Fr.	83'000.--
Technische Arbeiten, Honorare, Nebenkosten	Fr.	230'000.--
Unvorhergesehenes (7.5%) / Rundung	Fr.	92'000.--
Total brutto (exkl. MwSt., gerundet)	Fr.	1'742'000.--
Total abzüglich Vorinvestitionen (exkl. MwSt., gerundet)	Fr.	1'320'000.--



12.3 Begründung der Mehrkosten gegenüber Kostenschätzung aus Vorprojekt

Die bereits getätigten Vorinvestitionen für den Bau des bestehenden Kontaktbeckens und die bereits geleisteten Planungsaufwendungen für die Studien etc. wurden in der Kostenschätzung des Vorprojekts nicht ausgewiesen, deshalb werden hier die Gesamtkosten abzüglich Vorinvestitionen verglichen:

Tabelle 10: Vergleich Gesamtkosten abzüglich Vorinvestitionen Bauprojekt zu Vorprojekt, exkl. MwSt.

Arbeitsgattung	Einheit	KS (+/-25%)	KV (+/-10%)
Total MV-Stufe abzüglich Vorinvestitionen (gerundet)	Fr.	980'000.--	1'320'000.--

Tabelle 11: Mehrkosten Bauprojekt zu Vorprojekt, exkl. MwSt.

Arbeitsgattung	Einheit	Mehrkosten BP zu VP
Vorbereitungsarbeiten, Bau, Umgebung, HLKS:		
- Geologie (im VP nicht berücksichtigt)	Fr.	+2'000.--
- Aushub, Auffüllung, Schächte (Mehrkosten für 2. Graben)	Fr.	+3'000.--
- Diverse Mehrkostenpositionen für Vorbereitungsarbeiten	Fr.	+3'000.--
- Mehrkosten für Umgebung / Tiefbau (Terraingestaltung) ¹	Fr.	+44'000.--
- Neues Tor, Umlegen Zaun	Fr.	+7'000.--
- Kandelaber, Hydrant versetzen	Fr.	+12'000.--
- HLKS: Neue Druckluft- und Brauchwasseranlagen ²	Fr.	+17'000.--
Elektromechanische Ausrüstung, EMSRL-Technik:		
- Verbindungsleitung PAK-Suspension zu alternativen Dosierstelle direkt in Biologie (Flexibilität, Redundanz)	Fr.	+12'000.--
- Grösserer DN für Schlammwasserleitung zur Biologie ³	Fr.	+3'000.--
- System zur Entleerung des Flockungsreaktors	Fr.	+4'000.--
- Bessere Messtechnik mit automatischer Sondenreinigung zu Betrieb und Überwachung PAK-Schlupf ⁴	Fr.	+24'000.--
- Schilder für Anlagenkennzeichnungssystem	Fr.	+7'000.--
- EMSRL: PAK-Steuerung & Automatisierung in ARA-System integriert; mehr Aggregate, mehr Datenpunkte ⁵	Fr.	+100'000.--
Technische Arbeiten, Honorare, Nebenkosten:		
- EMSRL-Planung, Mehrkosten (erhöhte Bausumme) ⁵	Fr.	+40'000.--
- Ingenieur Probebetrieb (empfohlene Zusatzleistung)	Fr.	+20'300.--
- Bauherrenberater (im VP nicht berücksichtigt)	Fr.	+20'000.--
- Spatenstich, Aufrichte, Einweihung, Öffentlichkeitsarbeit	Fr.	+15'000.--
- Diverses, Rundung	Fr.	+4'700.--
Unvorhergesehenes / Rundung:		
- Prozentualer Anteil, Anpassung an erhöhte Bausumme	Fr.	+2'000.--
Total Mehrkosten (exkl. MwSt., gerundet)	Fr.	+340'000.--

¹ Wegen der Platzierung am Rand des Areals resultieren grössere Strecken und Flächen zur Verbindung mit dem übrigen Areal.

² Im VP wurde angenommen, dass die bestehende Druckluftversorgung ausreicht. An der Fachplanersitzung mit dem Betrieb vom 23.08.2018 wurde beschlossen, dass für den Bedarf der PAK-Anlage eine neue Druckluftanlage projektiert werden soll.

³ Bei der Schlammwasserleitung für die Rückführung in die Biologie wurde neu mit DN 150 gerechnet (VP: DN 100 wie bestehende Leitung in den Sandfang), damit der Druckabfall im Vergleich zur Ableitung in den Sandfang nicht grösser wird.

⁴ Im VP wurde Standard-Messtechnik kalkuliert; neue Betriebserfahrungen zeigen, dass der Betriebsaufwand für die Reinigung hoch ist, somit auch der Nutzen von automatischen Reinigungssystemen v.a. für die UV-Sonden für Anwendungen in Abwasser.

⁵ Annahme VP: externe Steuerung in einem Schaltschrank durch den Ausrüster. Annahme BP: Implementierung in Anlagensteuerung (wurde an der Sitzung vom 08.05.2018 mit dem Bauherrn thematisiert).

12.4 Fördermittel MV-Stufe

Anrechenbare Kosten: Gemäss revidiertem Gewässerschutzgesetz sind die Erstinvestitionen für Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen zu 75% durch Bundesbeiträge finanziert [11]. Dabei sind nur die Anteile der Anlage beitragsberechtigt, welche für die Elimination von Mikroverunreinigungen benötigt werden. Die Vollzugshilfe "Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen - Finanzierung von Massnahmen" des BAFU [14] regelt die Details. Gemäss Antrag 3 des BAFU-Anhörungschreibens [3] sollen die Kosten basierend auf den Angaben aus dieser Vollzugshilfe gemäss KV des Bauprojekts in anrechenbare Kosten und nicht anrechenbare Kosten unterteilt werden. Diesen Vorschlag für einen Kostenschlüssel haben wir im beigelegte detaillierten Kostenvoranschlag für sämtliche Aufwendungen je nach Abgeltungsberechtigung unterbreitet. Somit ist im Gesuch um Abgeltungen klar ersichtlich, welche Arbeiten respektive Anlageteile einen direkten Bezug zur Elimination von MV aufweisen und welche nicht. Die genaue Kostenausscheidung zur Festlegung der anrechenbaren Kosten wird im Rahmen der Zusicherung erfolgen.

Anrechenbare Kosten für das bestehende Kontaktbecken: Abgeltungen für die MV-Stufe werden auch rückwirkend gewährt, wenn mit der baulichen Realisierung nach dem 1. Januar 2012 begonnen wurde (GSchG Art. 61a). Dies betrifft das Kontaktbecken, welcher klar der MV-Stufe zuzuordnen ist und 2012 bis 2013 als Teil des Filtergebäudes erstellt wurde. Die Kosten für das bereits gebaute Kontaktbecken sind somit anrechenbar, wie das BAFU bestätigt hat [3]. Gemäss Antrag 1 des Anhörungschreibens sind die Kosten für das bestehende Kontaktbecken mittels Kostenschlüssel festzulegen, wobei max. 15 min Aufenthaltszeit anrechenbar sind [3]. Unser Vorschlag für diesen Kostenschlüssel ist in Tabelle 12 dargestellt und wie folgt begründet: In der Schlussabrechnung sind die Kosten nicht pro Arbeitsgattung einzeln aufgeführt, da das Projekt von einem Generalunternehmer ausgeführt wurde. Deshalb schlagen wir einen Kostenanteil gemäss dem Volumenanteil des Bauwerks vor. Der Anteil des Kontaktbeckens am Volumen des gesamten Filtrationsbauwerks beträgt 11.3%. Der gleiche Anteil der Gesamtkosten für das gesamte Filtrationsbauwerk (Baugrube, Rohbau 1 und Rohbau 2) werden dem Kontaktbecken zugeordnet. Die Kosten aus dem KV wurden prozentual um die Mehrkosten Bau gemäss Schlussrechnung hochgerechnet. Dazu kommen die Kosten für eine Projektänderung, welche nur das Kontaktbecken betraf und die Honorarkosten. Diese Gesamtkosten werden auf die max. anrechenbare Aufenthaltszeit von 15 min reduziert. Von diesen abgeltungsberechtigten Kosten werden 75% abgegolten. Die Schlussabrechnung der Vorinvestition ist beigelegt.

Tabelle 12: Abschätzung der rückwirkenden Abgeltungen für die Vorinvestitionen, gerundet, exkl. MwSt. [10]

Parameter	Einheit	Gesamtes Filtrationsbauwerk	Anteil Kontaktbecken
Volumenanteil Bauwerk	m ³	100%: 2'128	11.3%: 240
Kosten Bau (KV) ⁶	Fr.	100%: 1'990'700.--	11.3%: 225'000.--
Kosten Bau (Schlussr.) ⁷	Fr.	100%: 2'078'290.--	11.3%: 235'000.--
Honorarkosten (Schlussr.)	Fr.	100%: 297'720.--	11.3%: 34'000.--
Projektänderung Nr. 2 ⁸	Fr.	28'945.--	29'000.--
Kosten Kontaktbecken	Fr.		298'000.--
Aufenthaltszeit 15 min ⁹	Faktor		93.75% von Gesamtkosten
Abgeltungsberechtigt	Fr.		279'000.--
Netto Abgeltung (75%)	Fr.		210'000.--

⁶ Gemäss KV: Baugrube 707'000 Fr, Rohbau 1 (Tiefbau- und Baumeisterarbeiten) 1'143'200 Fr., Rohbau 2: 140'500 Fr. [10]

⁷ Die Gesamtkosten (ohne Technische Arbeiten) waren gemäss Schlussabrechnung 4.4% höher als gemäss KV [10]

⁸ Aus Schlussrechnung: Projektänderung Nr. 2 → Anpassung Layout Ozonierungsbecken: 28'945 Fr. [10]

⁹ Minimale Aufenthaltszeit: 16 min (Kapitel 6.7.2); Max. anrechenbar: 15 min [3] → 15/16 der Gesamtkosten = 93.75%

Prognostizierte Abgeltungen: Eine definitive Aussage über die Höhe der Abgeltungen und Teilzahlungen kann erst nach Erhalt der definitiven Zusicherung des BAFU gemacht werden. Der beigelegte detaillierte Kostenvoranschlag beinhaltet unseren Vorschlag zur Ausscheidung der beitragsberechtigten Kosten, was der zurzeit bestmöglichen provisorischen Abschätzung zu den erwarteten Abgeltungen entspricht.

12.5 Finanzplanung Investitionen / Zahlungsplan BAFU

Gemäss Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [14] gehört mit dem Gesuch um Bundesabgeltungen auch ein Zahlungsplan zu den einzureichenden Unterlagen. Dieser enthält Angaben über den geplanten Zeitpunkt der Fertigstellung von Teilen der Massnahme sowie der Höhe der Kosten.

Der beigelegte detaillierte Kostenvoranschlag enthält den Vorschlag eines Zahlungsplans. Dabei ist für jede Position aufgeführt, in welchem Jahr diese Kosten anfallen und welcher Anteil der abgeltungsberechtigten Kosten welcher Teilzahlung des BAFU zugeordnet ist. Dieser Schlüssel zeigt, dass grob abgeschätzt rund 50% der Gesamtkosten bis Ende 2020 anfallen, und die restlichen 50% im Jahr 2021. Es wird eine Finanzplanung mit zwei Teilzahlungen der abgeltungsberechtigten Kosten durch das BAFU vorgeschlagen:

- 1. Teilzahlung BAFU: 31.12.2020
- 2. Teilzahlung BAFU: 31.12.2021

Die Kreditanträge der Gemeinden beim finanzkompetenten Organ werden in der Regel als Bruttokredite gestellt, da die Bauherren das Projekt vorfinanzieren. Dies ist insbesondere bei der Budgetierung der Gemeinden mit zu berücksichtigen. Je nach Abgeltungsberechtigung werden die Kosten anteilmässig vom BAFU rückwirkend vergütet. Die im KV abhängig von der Anwendung aufgeführte Anrechenbarkeit orientiert sich ebenfalls an der Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [14].

Der diesem Bericht beigelegte detaillierte Kostenvoranschlag beinhaltet nebst der Ausscheidung der beitragsberechtigten Kosten auch unseren Vorschlag zum Zahlungsplan.

12.6 Betriebskosten

Die **Betriebskosten** werden vor allem von den PAK-Dosiermengen und den Schlamm Entsorgungskosten beeinflusst (Annahme: kein zusätzlicher Fällmittelbedarf).

Verbrauchszenarien wurden anhand spezifischer typischer Literatur- und Erfahrungswerten und den heute vorliegenden Dimensionierungsgrundlagen hergeleitet. Die Betriebskosten für PAK basieren auf einer angenommenen mittleren PAK-Dosierung vor den Sandfilter von $13.75 \text{ g}_{\text{PAK}}/\text{m}^3$, respektive $2.5 \text{ g}_{\text{PAK}}/\text{g}_{\text{DOC}}$ bei der geschätzten mittleren DOC-Konzentration von 5.5 mg/l . Dies entspricht einem mittleren Verbrauchs-Szenario gemäss Kapitel 4. Der mittlere Betriebsmittelbedarf wird basierend auf der im Jahr 2016 angefallenen Abwassermenge (rund $5'500 \text{ m}^3/\text{d}$) zu rund 27 Tonnen pro Jahr abgeschätzt.

Es wurde mit PAK-Kosten von 3 Fr./kg gerechnet. Als mittlerer Strompreis wurden 0.20 Fr./kWh angenommen. Zur Schlamm Entsorgung wurden $950 \text{ Fr./t}_{\text{TS}}$ veranschlagt. Weitere Kosten für zusätzlichen Personalaufwand, Analytik sowie Wartung und Unterhalt sind berücksichtigt.

Die Betriebskosten werden unter diesen Annahmen auf rund **170'000 Fr./a** abgeschätzt. Falls sich zeigen würde, dass die benötigte Dosis effektiv höher oder tiefer liegt, verändern sich die Betriebskosten entsprechend. Für eine tiefe Dosis von $11 \text{ g PAK}/\text{m}^3$ würden sich die Betriebskosten auf $150'000 \text{ Fr/a}$ reduzieren für eine hohe Dosis von $16.5 \text{ g PAK}/\text{m}^3$ auf $190'000 \text{ Fr/a}$ erhöhen.

Zusatzkosten für zusätzlichen Personalaufwand, Analytik, Service-Verträge sowie Wartung und Unterhalt sind berücksichtigt.

13 Bauetappen

1. Baustelleninstallation inkl. Materialdepot, Baustellenzufahrt
2. Aushub und Materialersatz gemäss Kapitel 6.5.2
3. Fundamentplatte betonieren
4. Werkleitungen
5. Zufahrtsstrassen
6. Aufstellung des PAK-Silos und Installation der Ausrüstung (PAK-Dosierstation) im Silozargenraum gemäss Kapitel 6.6
7. Ausrüstung / Anpassungen Flockungsreaktor, Filtration und Fällmittelanlage gemäss Kapitel 6.7 und 6.8.
8. EMSRL gemäss Kapitel 7

Provisorien: Der PAK-Silo wird auf der grünen Wiese erstellt. Da heute der Flockungsreaktor umfahren wird, können sämtliche Anpassungsarbeiten am Flockungsreaktor ohne Provisorien umgesetzt werden. Es sind darum keine umfangreichen Provisorien notwendig bzw. vorgesehen. Für die Anpassungen an der bestehenden Beschickungsleitung zur Filtration gemäss Kapitel 6.7 und an der Schlammwasserleitung gemäss Kapitel 6.8 muss während der Einbauarbeiten allenfalls die Filtration kurzzeitig ausser Betrieb genommen werden. Während dieser Zeit soll das Abwasser ab der Nachklärung über die bestehende Notentlastung abgelassen werden. Diese Arbeiten werden bei Trockenwetter geplant, dann werden bereits ab der Nachklärung vertretbare Ablaufwerte erreicht.

14 Terminprogramm

14.1 Ablauf Planungs- und Bewilligungsverfahren

Die Abbildung 19 aus der Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [14] fasst die noch offenen Punkte gemäss den Ablauf des mehrstufigen Bewilligungsverfahren grafisch zusammen. Wir befinden uns heute in der Erarbeitung des Bauprojekts (nachfolgend rot eingerahmt). Auf Basis des Bauprojekts mit KV wird das Gesuch um Bundesabgeltung gestellt:

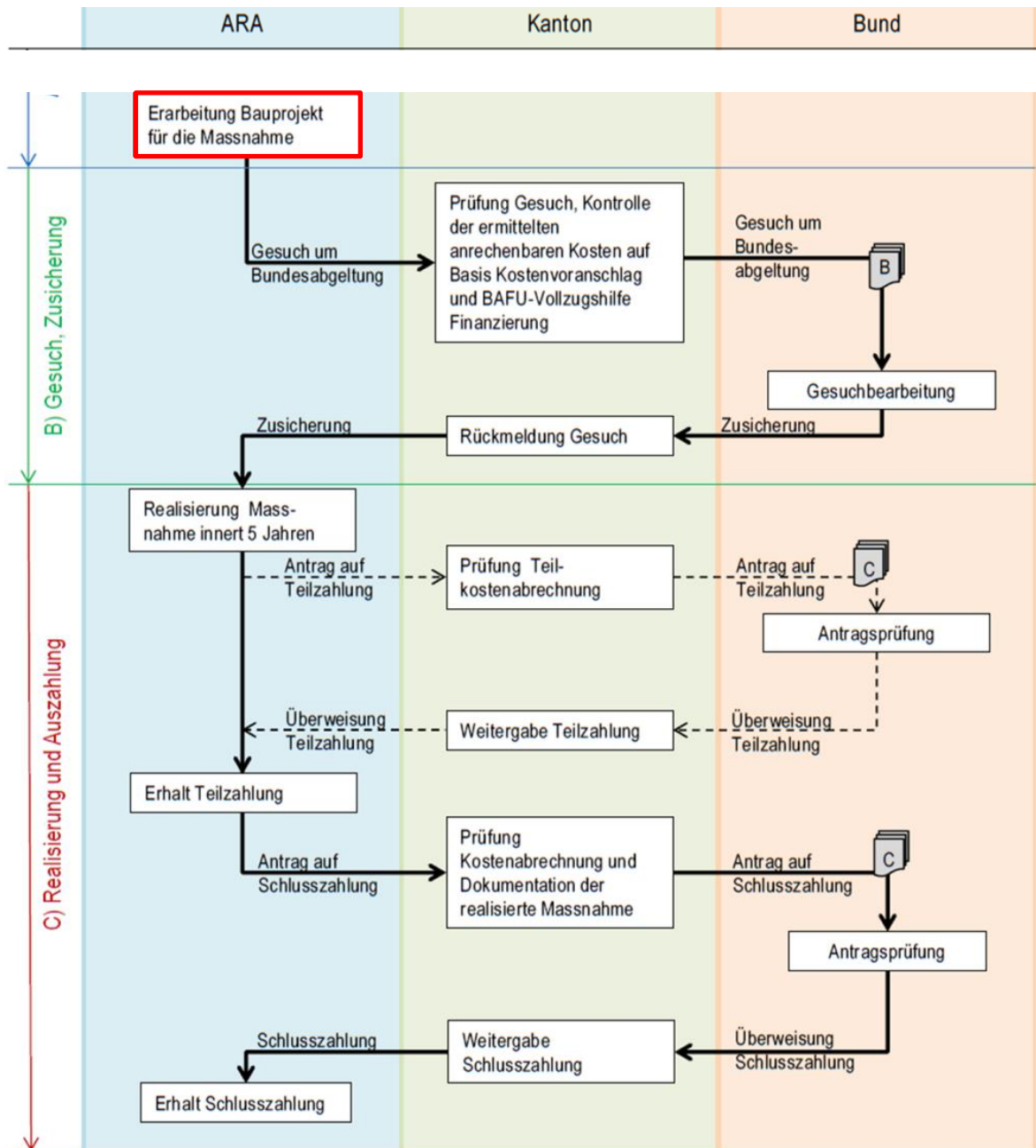


Abbildung 19: Noch offene Punkte gemäss Verfahren zur Gewährung von Abgeltungen [14]

14.2 Meilensteine

Der Terminplan soll ein Vorgehen gemäss vorgeschlagenem Verfahren nach der Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [14] bzw. der Abbildung 19 ermöglichen. Zudem wird eine Befreiung von der Abgabe ab 2022 angestrebt, was bedeutet, dass die Schlussabrechnung bis am 30. September 2021 dem Kanton vorliegen muss. Wir schlagen darum einen Grobterminplan mit folgenden wichtigsten Meilensteine vor:

Wichtigste Meilensteine:

- | | |
|--|-------------------------|
| • Abgabe Bauprojekt an ARA-Kommission | 06.11.2018 |
| • Genehmigung Bauprojekt und Kredit (ARA-Kommission) | 22.11.2018 |
| • Vorliegen der Baubewilligung | 28.06.2019 |
| • Zusicherung Bundesabgeltung ¹⁰ | 29.11.2019 |
| • Ausführungsplanung (ohne Vergaben ¹¹) | Juli 2019 bis Jan 2020 |
| • Submissionen und Vergaben | Dez 2019 bis Mai 2020 |
| • Realisierung (erst nach erfolgter Zusicherung) | April 2020 bis Mai 2021 |
| • Stichtag Schlussabrechnung beim Kanton | 30.09.2021 |
| • Stichtag Schlussabrechnung beim Bund (via Kanton): | 31.10.2021 |
| • <i>Befreiung Abgabe (9 Fr. / E*a)</i> | 01.01.2022 |

Dem Bauprojekt ist ein detaillierteres Terminprogramm beigelegt.

15 Empfehlung, weiteres Vorgehen

Mit den Abklärungen zur Ozonung und dem Vorprojekt 2017 wurden die relevanten Grundlagen und Grundsatzfragen zur Erstellung des Bauprojektes geklärt. Die im Vorprojekt geplanten Massnahmen wurden nach neusten Erkenntnissen und unter Einbezug des Betriebs aktualisiert. Im vorliegenden Bauprojekt wurden das Layout und die Betriebskonzepte abschliessend definiert und das Projekt in einer genügenden Planungstiefe ausgearbeitet, so dass in einem nächsten Schritt das Kreditgenehmigungsverfahren und die Baueingabe in Angriff genommen werden können. Die Mehrkosten in der Investition gegenüber dem Vorprojekt sind vor allem durch Mehrleistungen begründet. Dies sind insbesondere: Einbindung der Steuerung der PAK-Anlage in das übergeordnete Prozessleitsystem, aufwendigere Terraingestaltung aufgrund der Standortwahl am Rand des Areals, zusätzliche Verbindungsleitung PAK-Suspension zu alternativen Dosierstelle direkt in Biologie zur Erhöhung der Flexibilität und Redundanz sowie optionale Zusatzleistungen für Betriebsbegleitung etc. (siehe Kapitel 12.3).

Wir sind überzeugt, mit dem gewählten Konzept der PAK-Dosierung vor die bestehende Sandfiltration die Projektziele ausreichend beachtet und im Rahmen des Bauprojekts in die Planung integriert zu haben. Wir empfehlen dem Zweckverband ARA Gossau-Grünigen, vom Bauprojekt Kenntnis zu nehmen und ohne Zeitverzug mit dem Kreditgenehmigungsverfahren zu beginnen.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für die stets angenehme und konstruktive Zusammenarbeit und für die Bereitschaft, einen grossen Schritt für eine gemeinsame Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen im Sinne des Gewässerschutzes zu tätigen. Wir sehen der Ausführungsplanung und der Umsetzung des Bauvorhabens mit starker Vorfreude und grossem Interesse entgegen.

¹⁰ Das Gesuch um Abgeltungen kann auf eigenes Risiko schon während des Baubewilligungsverfahren via Kanton beim Bund eingereicht werden. Wenn innerhalb des Baubewilligungsverfahren keine relevanten Änderungen erwartet werden, ist dies eine Möglichkeit, den Terminplan zu straffen bzw. früher mit der Ausführung zu beginnen.

¹¹ Nur Planerleistungen; kein Baubeginn, keine finanziellen. Verpflichtungen vor Zusicherung!

16 Verzeichnisse

16.1 Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Baudirektion des Kantons Zürich)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
E _{ang.}	Angeschlossene Einwohner
EW	Einwohnerwerte
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe
MV	Mikroverunreinigungen
MV-Stufe	Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen
MwSt.	Mehrwertsteuer
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff
N _{tot}	Stickstoff total
OKT	Oberkante Terrain
P _{tot}	Phosphor total
PAK	Pulveraktivkohle
Q _{dim,MV}	Maximale hydraulische Belastung der MV-Stufe, inkl. Rückläufe aus Filtration
Q _{max}	Maximale hydraulische Belastung exkl. Rückläufe aus Filtration
Q _{mittel}	Mittlere hydraulische Belastung
Q _{TW,max}	Maximale Hydraulische Belastung bei Trockenwetter
R+I-Schema	Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema
SAK	Spektraler Absorptions-Koeffizient
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
UV	Ultraviolett
UV	Unterverteilung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

16.2 Literaturverzeichnis

- [1] "ARA Gossau-Grünigen: Vorprojekt Elimination Mikroverunreinigungen, PAK-Anlage", Hunziker Betatech AG, 30.11.2017
 - [2] "Protokoll der 14. Sitzung der ARAK-Kommission vom 29. November 2017", ARA Gossau-Grünigen, 29.11.2017
 - [3] "Anhörung gemäss Artikel 52a Abs.4 GSchV betreffend ARA Gossau-Grünigen" BAFU, 18.05.2018
 - [4] "PAK-Schüttelversuche mit Abwasser der ARA Gossau-Grünigen zur Ermittlung der Reduktion von DOC und Absorbanz", Kurzbericht, Eawag, September 2017
 - [5] "ARA Gossau-Grünigen: Langzeitmassnahmen 2009-15, Bauprojekt 1. Etappe (Filter / Gasspeicher) – Technischer Bericht", Hunziker Betatech AG, 28.08.2009, Rev. 1: 18.11.2009
 - [6] "ARA Gossau-Grünigen: Bauprojekt Sanierung Biologie – Technischer Bericht", Hunziker Betatech AG, 21.08.2012
 - [7] Projekt-Unterlagen der bestehenden Filteranlage und Pläne des ausgeführten Werks
 - [8] Betriebsdaten ARA Gossau-Grünigen
 - [9] "ARA Gossau-Grünigen: Geschäftsbericht Nr. 12 per Ende 2017", Hunziker Betatech AG, 26.01.2018
 - [10] Schlussabrechnung 1.Etappe Langzeitmassnahmen, Hunziker Betatech AG, 18.11.2014
 - [11] "Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) – 814.20", vom 24.01.1991 (Stand am 01.01.2017)
 - [12] "Gewässerschutzverordnung (GSchV) – 814.201", vom 28.10.1998 (Stand am 01.06.2018)
 - [13] "Verordnung des UVEK zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen - 814.201.231", vom 01.12.2016
 - [14] Dominguez D., Diggelmann V., Binggeli S.: "Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen - Finanzierung von Massnahmen", BAFU, Umwelt-Vollzug Nr. 1618, 2016
 - [15] "Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen - Empfehlung", VSA, 27.10.2015
 - [16] "Elimination von Mikroverunreinigungen auf Abwasserreinigungsanlagen - Planung des Kantons Zürich", AWEL, Vorabzug Juni 2014
 - [17] "Abschlussbericht: Aktivkohledosierung in den Zulauf zur Sandfiltration Kläranlage Kloten/Opfikon", EAWAG, August 2011
 - [18] "Abschlussbericht: Elimination von Mikroverunreinigungen mittels PAK-Dosierung im Zulauf der Raumfiltration - Aktifilt", FH Nordwestschweiz, April 2016; sowie Fachartikel A&G Nr. 1/2016
 - [19] "Faktenblatt Pulveraktivkohle in der Schlammbehandlung", Plattform Micropoll, VSA Mai 2016
 - [20] "Pulveraktivkohle in der Schlammbehandlung", Fachartikel Aqua & Gas Nr. 1/2017
 - [21] "Aktivkohle-Nachweis im Abwasser - Quantitativer und selektiver Nachweis niedriger PAK-Konzentrationen mittel Thermogravimetrie", Aqua & Gas Nr. 1/2017
 - [22] "Bau- und Zonenordnung Gemeinde Gossau", 20.11.2017
 - [23] "Zonenplan der Gemeinde Gossau", 26.09.2016
-



17 Beilagen

1. Planbeilagen Bauprojekt:
 - R+I-Schema MV-Stufe
 - Situation MV-Stufe 1:200
 - Grundriss und Schnitte MV-Stufe 1:100
2. Kostenvoranschlag:
 - KV mit Vorschlag zur Ausscheidung der beitragsberechtigten Kosten und Zahlungsplan
 - Schlussabrechnung der Vorinvestition (Reaktionsbecken)
3. Terminprogramm

Zürich, 01. November 2018
abu, cru, rof, bue, Rolf Burch

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech AG
Bellariastrasse 7
8002 Zürich

