

## 3.5 Elimination von Mikroverunreinigungen

### 3.5.1 Verfahrenstechnische Auslegung µGAK-Reaktoren

(Bezug zur Task-Liste: B15000\_EMV)

Die detaillierte verfahrenstechnische Auslegung der Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen ist im Klärtechnischen Bericht Elimination von Mikroverunreinigungen vom 31.1.2021 dargestellt.

Die verfahrenstechnische Auslegung der Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) erfolgt nach den im Kapitel 2.4 definierten Dimensionierungsgrundlagen. Massgebend für die EMV-Stufe ist der Ablauf aus der Biofiltration, wobei in einer ersten Phase noch der Ablauf der bestehenden BIOSTYR-Stufe, im Ausbauziel der Ablauf der neuen Biofiltrations-Stufe berücksichtigt wird (vgl. Etappierung gemäss Kapitel 6). Massgebend für die Grösse der EMV-Stufe ist die zu behandelnde Wassermenge, die im Ausbauziel auf 3'300 l/s Abwasser und 200 l/s Rückläufe festgelegt ist. Die EMV-Stufe wird auf eine Vollstrom-Behandlung ausgelegt.

Die Dimensionierung erfolgt auf Basis des Carboplus®-Verfahren von Stereau Suisse SA. Das Wasser durchfliesst ein Schwebebett aus Mikro-GAK von unten nach oben, wobei die Mikroverunreinigungen an der Kohle adsorbieren. Durch eine konstante Aufwärtsströmung wird die mikrogranulierte Aktivkohle in Schwebelage gehalten. Die Behandlung besteht aus 2 Strassen à je 12 Carboplus-Zellen mit einer Grundfläche von je 35 m<sup>2</sup> und einer Wasserhöhe von 5 m.

Die detaillierten Berechnungen und Filtergeschwindigkeiten sind im Klärtechnischen Bericht EMV-Stufe ersichtlich, die wichtigsten Dimensionierungskennzahlen sind in der nachstehenden Tabelle festgehalten.

Tabelle 3-2: Dimensionierungskennzahlen Carboplus®

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Hydraulik	<b>Steiggeschwindigkeiten Schwebebettreaktor</b>			
	Minimale Steiggeschwindigkeit Reaktor	m/h l/s	8 77.9	Angaben Stereau
	Konstanter Betrieb	m/h l/s	11 107.2	Angaben Stereau
	Maximale Steiggeschwindigkeit gemäss Auslegung Carboplus®	m/h l/s	15 146.1	Angaben Stereau
	Maximal mögliche Steiggeschwindigkeit	m/h l/s	18 175.4	gemäss Wunsche der ara bern technisch mögliche Steiggeschwindigkeit
	Betrieb Spülung.	m/h l/s	35 341.0	
Zelle	<b>Aufbau Zelle</b>			
	Höhe Kiesbett	m	0.50	Enthalten Zulaufverteilung DN 600
	Höhe Sandbett	m	0.25	
	Höhe der abgesetzten Aktivkohle	m	1.5	
	Höhe der expandierten Aktivkohle	m	2.3	Expansion um 55% bei 12.5 m/h
	Höhe Abzugsleitung	m	5	Kies&Sandbett + Aktivkohle + Klarwasser

### 3.5.1.1 Ausrüstung

Die wichtigsten bau- und maschinentechnischen Kenndaten der EMV-Stufe sind nachstehend zusammengestellt:

#### Zulaufsee

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Typ: Betonkanäle	--	--	
Verteilkanal auf beide Strassen (L x B)	m	23.0 x 1.5	Stirnseitig am Gebäude
Anzahl Zulaufsee	n	2	
Abmessungen Breite x Höhe (L x B)	m	38.5 x 3.92	Niveau bei $Q_{\max} = 1.8$ m
Aufenthaltszeit bei $Q_{\max}$	min	2.88	$Q_{\max} = 3'500$ l/s

#### Carboplus-Zellen

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Typ: Betonreaktoren	--	--	Carboplus®
Anzahl Strassen	n	2	
Anzahl Reaktoren pro Strasse	n	12	
Fläche pro Reaktor	m <sup>2</sup>	35.08	5.75m x 6.1m
Wasserhöhe im Reaktor	m	5	Höhe der Ablaufrinnen
Wasser-Volumen pro Reaktor	m <sup>3</sup>	175	
Höhe uGAK	m	1.50	ohne Expansion
Minimale Filtergeschwindigkeit	m/h	7.00	
Maximale Filtergeschwindigkeit	m/h	15.00	

#### Interne Rezirkulation EMV

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Tauchmotorpumpe z.B Farbikat WILO	--	--	Typ T 24-4/36P-E3
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	2	
Anzahl Aggregat gesamt	n	4	
Förderleistung je Aggregat	l/s	300	
Leistung je Aggregat	kW	18.5	

#### Spül- und Boosterpumpen

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Tauchmotorpumpe	--	--	
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	6	
Anzahl Aggregat gesamt	n	12	
Förderleistung je Aggregat	l/s	400	
Leistung je Aggregat	kW	32	

## GAK-Silos

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Lager-Silo	--	--	
Anzahl pro Strasse	n	1	
Anzahl gesamt	n	2	
Höhe	m	13	+ 1.2 m Geländer / Aufbau
Volumen	m <sup>3</sup>	60	

## Brauchwasserpumpen für GAK-Dosierung

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Lagerstuhlpumpe	--	--	Trockenaufstellung
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	1	
Anzahl Aggregat gesamt	n	2	
Förderleistung je Aggregat	m <sup>3</sup> /h	20	
Druckerhöhung	bar	5	
Leistung je Aggregat	kW	4.5	

## Ansetzstationen

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Ansetzbehälter aus PE-HD	--	--	
Anzahl Behälter pro Strasse	n	2	
Anzahl Behälter gesamt	n	4	
Volumen	l	900	Nutzzinhalt

## Ablaufsee zwei je EMV Strasse

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Typ: Betonkanäle	--	--	
Anzahl Ablaufseen pro Strasse	n	2	
Anzahl Ablaufseen gesamt	n	4	
Abmessungen Breite x Höhe (L x B)	m	43.6 x 1.2	Wasserhöhe = 0.70 m
Volumen pro Ablaufsee	m <sup>3</sup>	36.624	
Aufenthaltszeit bei Q <sub>max</sub>	min	0.70	Q <sub>max</sub> = 3'500 l/s

## Spülluftversorgung

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Drehkolbengebläse	--	--	
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	1	
Anzahl Aggregat gesamt	n	2	
Förderleistung je Aggregat	Nm <sup>3</sup> /h	1300	Druckerhöhung 450 mbar
Leistung je Aggregat	kW	37	

### Schlammabzugspumpen

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Schlauchquetschpumpe oder Drehkolben	--	--	
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	4	
Anzahl Aggregat gesamt	n	8	
Förderleistung je Aggregat	l/s	250	
Leistung je Aggregat	kW	20	

### GAK-Abzugspumpen

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Schlauchquetschpumpe oder Drehkolben	--	--	
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	4	
Anzahl Aggregat gesamt	n	8	
Förderleistung je Aggregat	l/s	5	
Leistung je Aggregat	kW	11	

### Brauchwasserpumpen für GAK-Verladung in Silo-LKW

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Aggregate-Typ: Kreiselpumpe	--	--	Trockenaufstellung
Anzahl Aggregat pro Strasse	n	1	
Anzahl Aggregat gesamt	n	2	
Förderleistung je Aggregat	m <sup>3</sup> /h	50	
Druckerhöhung	bar	6	
Leistung je Aggregat	kW	15	

Die detaillierten Informationen sind auch in den entsprechenden R&I-Schemata sowie der Aggregatliste erkennbar:

- ➔ 100.0\_R+I\_01\_Gesamtübersicht
- ➔ 101.0\_R+I\_01\_GAK-Reaktoren Strasse 1\_1-6
- ➔ 102.0\_R+I\_01\_GAK-Reaktoren Strasse 1\_7-12
- ➔ 103.0\_R+I\_01\_GAK-Reaktoren Strasse 2\_1-6
- ➔ 104.0\_R+I\_01\_GAK-Reaktoren Strasse 2\_7-12
- ➔ 105.0\_R+I\_01\_GAK-Silos
- ➔ 107.0\_R+I\_01\_Bunker und Stapel

### 3.5.2 Betriebskonzept µGAK-Reaktoren

(Bezug zur Task-Liste: B10001)

#### 3.5.2.1 Beschickung und Ablauf der EMV-Stufe

Der Ablauf der Biofiltration wird eingangs des EMV Gebäudes nach rechts und links aufgeteilt, um die beiden Zulaufseen (L x B x H = 38.5 x 3.9 x 1.8 m, V = 270 m<sup>3</sup>) zu speisen. Seitlich rechts und links zu den Zulaufseen sind die Reaktorbecken angeordnet. Die beiden Zulaufseen bilden den Zulauf auf die zwei Strassen der EMV. Die Zulaufseen sind in der Regel kommunizierend, sie können bei Bedarf aber auch durch einen Schieberschutz getrennt betrieben werden. Beide Zulaufseen sind mit einer Niveauüberwachung und einem Hochalarm ausgestattet.

Aus den Schwebebettreaktoren überfällt das Wasser über Ablaufrinnen in den Ablaufsee (je zwei pro Strasse) und fliesst von dort weiter in die Tuchfiltration, welche die EMV abschliesst. Die vier Ablaufseen sind seitlich der Zulaufseen, zwischen den Reaktoren und den Zulaufseen angeordnet. Die Ablaufseen sind in der Regel über den Zulaufsee Tuchfiltration miteinander kommunizierend, können im Bedarfsfall aber auch einzeln abgeschottet und trockengelegt werden. Jeder Ablaufsee ist mit einer Niveauüberwachung und einem Hochalarm ausgestattet.



Abbildung 3-21: Grundriss mit Zulaufsee zur den  $\mu$ GAK-Reaktoren (blau), den Ablaufseen der  $\mu$ GAK-Reaktoren (orange) und den Zulaufseen der Filtration (rot).

Intervallspülungen mit Spülluft verhindert Ablagerungen im Zulauf- und in den Ablaufseen. Der Zulaufsee kann über einen Schieberschutz in den Ablaufsee entleert werden. Steigt das Niveau im Zulaufsee über die Notüberlaufkanten, wird der Zulaufsee direkt in den Ablaufsee notentlastet.

### 3.5.2.2 Elimination der Mikroverunreinigungen $\mu$ GAK im Schwebebettverfahren

#### Abwassereinleitung, Verteilung und Behandlung

Aus dem Zulaufsee wird das Abwasser in die einzelnen  $\mu$ GAK-Reaktoren eingeleitet. Über ein fein verteiltes Rohrleitungsnetz wird für einen möglichst gleichmässigen Eintrag des Abwassers am Reaktorboden gesorgt. Das Verteilsystem wird mit einer 25 cm hohen Kies- und 10 cm hohen Sandschicht als Stützschicht überdeckt.

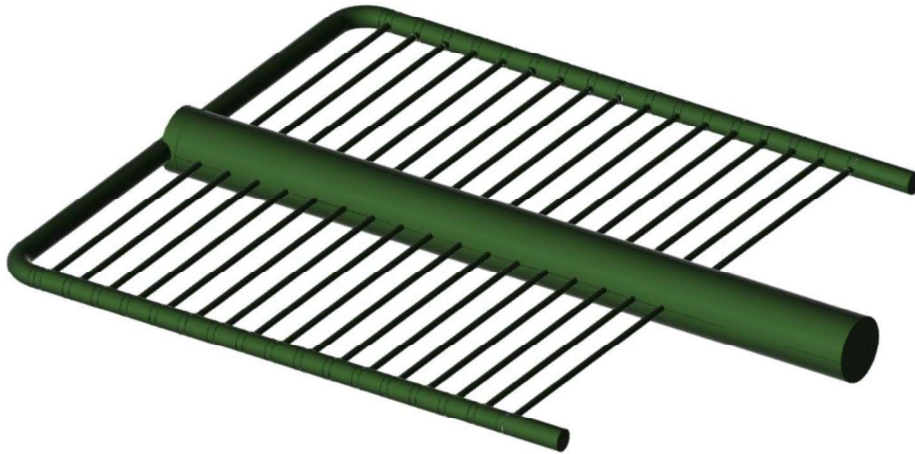


Abbildung 3-22: Zulaufsystem mit Verteilleitungen im  $\mu$ GAK-Reaktor

Durch das Kies- und Sandbett wird das zuströmende Abwasser zusätzlich beruhigt. Die möglichst wirbelfreie Aufwärtsströmung ist die Basis für die Funktionsfähigkeit des Schwebebettverfahrens, denn erst durch die kontinuierliche Aufwärtsströmung wird die  $\mu$ GAK in den Schwebestand gebracht. Die im durchströmenden Abwasser enthaltenen Mikroverunreinigungen adsorbieren an der  $\mu$ GAK im Schwebebett. Kontinuierlich wird neue, unbeladene  $\mu$ GAK in den Reaktor zugeführt und gleichzeitig alte, beladene  $\mu$ GAK aus dem Reaktor abgezogen. Durch die definierte Aufwärtsströmung und die entgegengesetzte Gravitationskraft der  $\mu$ GAK wird die  $\mu$ GAK nur bis auf eine gewisse Höhe gehoben. Darüber setzt sich das Klarwasser von der  $\mu$ GAK ab und fließt über die Überfallrinne in den Ablaufsee.

### **Einhaltung der Durchflussgeschwindigkeit im Schwebebett**

Um die Reinigungswerte im  $\mu$ GAK-Schwebebettverfahren garantieren zu können muss die Steiggeschwindigkeit im Reaktor zwischen 7 und 15 m/s liegen. Durch den Zulaufsee wird gewährleistet, dass das Abwasser gleichmässig auf alle Reaktoren (12 Reaktoren pro Strasse) verteilt werden kann. Im Zulaufsee wird möglichst ein konstantes Niveau gehalten. Bei Anstieg des Niveaus infolge von höheren Abwassermengen werden stufenweise Schwebebettreaktoren zugeschaltet. Durch das Gefälle zwischen dem Zulaufsee und den Reaktoren fließt das Abwasser gravitär über eine Rohrleitung (DN 600) in die Reaktoren. Die Durchflussgeschwindigkeit kann durch das Motorventil geregelt werden. Zusätzlich zur gravitären Beschickung besteht die Möglichkeit, die  $\mu$ GAK-Reaktoren auch über eine Pumpe zu beschicken. Für die Beschickung von zwei Reaktoren ist eine Spül- und Boosterpumpe vorgesehen.

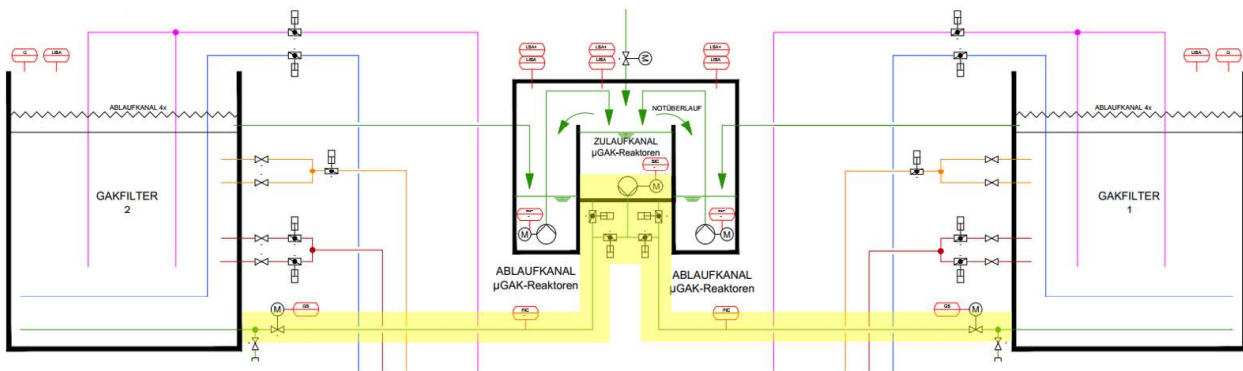


Abbildung 3-23: Zulaufsystem gravitär und über Spül- und Boosterpumpe (Ausschnitt aus dem R&I Schema 101 GAK-Reaktoren)

Im Regelbetrieb soll die Beschickung gravitär erfolgen; in den drei folgenden Fällen wird die Spül- und Bossterpumpe zugeschaltet:

- **Anfahren der  $\mu$ GAK-Reaktoren**  
Bei der Zuschaltung eines  $\mu$ GAK-Reaktors hilft die Spül- und Boosterpumpe die Steiggeschwindigkeit und damit die Bedingungen für das Erzeugen des  $\mu$ GAK-Schwebebetts im Anfahrprozess möglichst schnell einzustellen.
- **Verschmutzung der Zulaufleitungen**  
Bei der Verschmutzung der verzweigten Zulaufleitungen sorgt die Spül- und Boosterpumpe für den nötigen Vordruck damit die Steiggeschwindigkeit weiterhin eingehalten werden kann.
- **Spülen der  $\mu$ GAK-Reaktoren**  
Sobald die  $\mu$ GAK-Reaktoren Verschmutzungserscheinungen aufweisen, wird die Spül- und Boosterpumpe eingesetzt, um den Reaktor zu spülen.

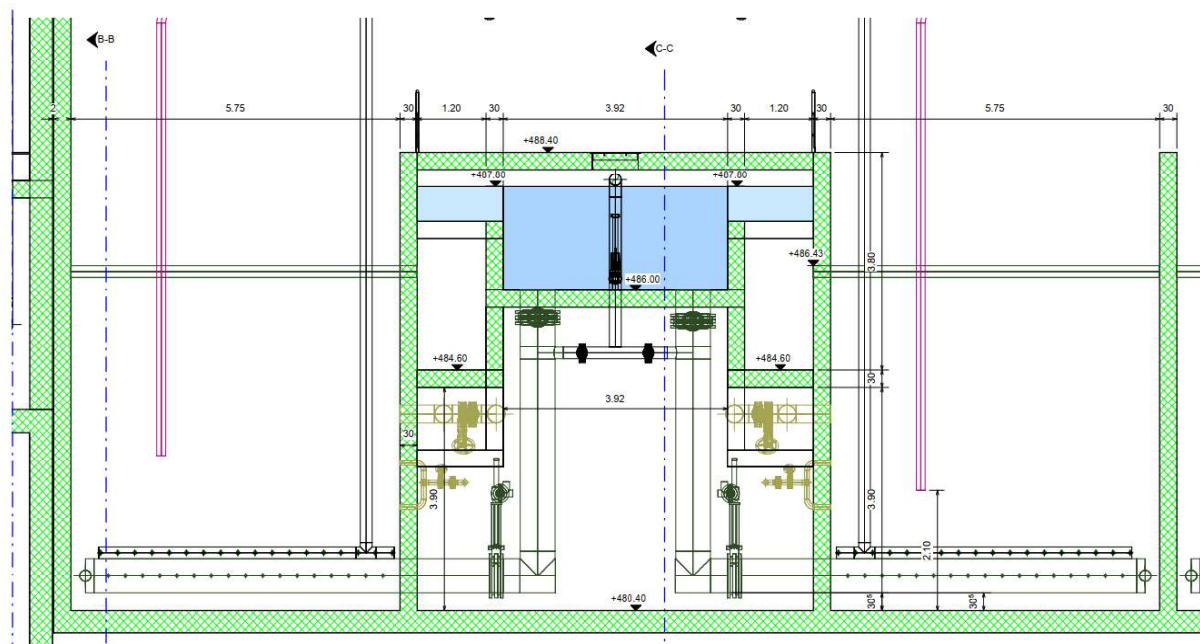


Abbildung 3-24: Schnitt durch Strasse 1 (Zulaufsee, Ablaufseen und Reaktoren 1&2)



## Minimale Durchflussgeschwindigkeit im Schwebebett durch Rezirkulation

Bei minimalem Abwasseranfall (Nachtminima) wird durch interne Rezirkulation jederzeit genügend Abwasser für die sich im Betrieb befindenden Reaktoren bereitgestellt. Dies erfolgt, um die benötigte Steiggeschwindigkeit in den Schwebebettreaktoren garantieren zu können und mehr Flexibilität in der Zu- und Wegschaltung der  $\mu$ GAK-Reaktoren zu erhalten. Zwei Tauchpumpen pro Strasse (je eine pro Ablaufsee) fördern das Abwasser aus dem Ablaufsee zurück in den Zulaufsee der Reaktoren. Unterschreitet der Zulauf auf die EMV 800 l/s schalten die internen Rezirkulationspumpen ein, um die benötigte Steiggeschwindigkeiten in den Schwebebettreaktoren gewährleisten zu können.

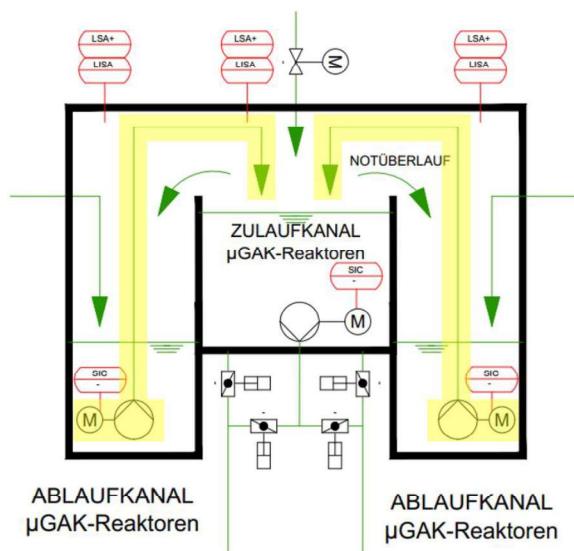


Abbildung 3-25: Interne Rezirkulationspumpen von Ablaufsee in Zulaufsee (Ausschnitt aus dem R&I Schema 101 GAK-Reaktoren)

## Aufbau und Installationen $\mu$ GAK-Reaktor

Die Reaktoren sind quasi quadratisch (Grundfläche 6.10 x 5.75 m) aufgebaut, um eine gleichmässige Wasserverteilung im Schwebebett zu erreichen. Die Höhe eines Reaktors beträgt ca. 7.00 m (inkl. Freibord 2.0 m).

Im  $\mu$ GAK-Reaktor besitzt jede Reaktor-Zone ihre spezifische Ausrüstung. Ganz unten im Reaktor liegt ein Kies- und Sandbett. In diesem wird die stirnseitige Hauptzuleitung (DN 600) und die 34 Verteilungen (DN 50) eingelegt. Über diese Leitungen wird das Abwasser in den Reaktor eingeführt und möglichst gleichmässig verteilt. Aus dem Zulaufsee führen zwei Leitungen in die Hauptverteilung, eine gravitäre Zuleitung und eine über die Boosterpumpe. Die Durchflussmessungen im Reaktor-Zulauf regelt die motorische Regelklappe am Reaktoreingang. Um den Reaktor komplett entleeren zu können, ist eine Entleerungsleitung vorgesehen.

Optional ist über dem Abwasserverteilregister noch ein zusätzliches Spülluftgitter mit einer stirnseitigen Hauptzuleitung (DN 200) und 36 Verteilungen (DN 50) vorgesehen. Die ara bern hat mit dieser separaten Druckluftspülung in Pilotversuchen gute Ergebnisse erzielt, weshalb diese Lösung auch für die Umsetzung im Vollmassstab vorgesehen wird. Stereau empfiehlt die Luftspülung direkt über die Wasserleitung durchzuführen. Vorteil dieser Lösung ist, dass gleichzeitig auch die Wasserzuleitung gespült und gereinigt wird. Für die Umsetzung auf der ara bern sind für die Druckluftspülungen momentan beide Möglichkeiten einkalkuliert. In der kommenden Projektphase wird dies nochmals mit dem Lieferanten angesprochen werden müssen.



Über dem Kies- und Sandbett liegt die eigentliche Reaktions-Zone, die  $\mu$ GAK Zone. Darin sind zwei Fallrohre (DN 150) für die Dosierung der frischen  $\mu$ GAK installiert. Stereau fährt in Zellgrößen wie sie in diesem Projekt vorgesehen sind in der Regel mit 4 Dosierpumpen pro Zelle. Für den Abzug der beladenen  $\mu$ GAK sind zwei stirnseitig angeordnete Rohre (DN 80) vorhanden. Für die Dosierung ist eine pneumatische Klappe vorgesehen, für den Abzug der  $\mu$ GAK sind zwei pneumatische Klappen vorgesehen.

Über der  $\mu$ GAK-Zone liegt die Klarwasserzone. Darin sind zwei auf unterschiedlicher Höhe stirnseitig angeordnete Schlammabzugsleitungen (DN 300) für den Abzug des Schlammwassers bei der Reaktor-Spülung bestimmt. Für den Schlammabzug ist momentan eine pneumatische Klappe vorgesehen. Hier wird in der kommenden Projektphase geprüft werden müssen, ob von zwei Schlammabzugsleitungen auf vier Abzugsleitungen mit je einer pneumatischen Klappe erhöht werden soll.

Die Klarwasserzone wird oben durch die drei trapezförmigen Überfallrinnen mit einem entkoppelten Anschluss an die Auslaufseen abgeschlossen.

Über den Überfallrinnen besitzt der Reaktor ein Freibord mit den Messinstrumenten zur Niveaumessung des Wasserspiegels und einer Schlammpegelmessung.

In Tabelle 3-3 ist der Aufbau des  $\mu$ GAK-Reaktors aufgelistet.

Tabelle 3-3: Ausstattung pro  $\mu$ GAK-Reaktor (geordnet nach Reaktor Zone)

	Beschreibung	Anzahl	DN	Objekt
Freibord		1	-	Niveaumessung Wasserspiegel
		1	-	Trübungsmessung
Überfall- rinne		3	-	Trapezförmige Überfallrinne mit entkoppeltem Anschluss an Auslaufsee
Klarwasserzone	Höhe je nach Betrieb (Ruhe / Betrieb / Spülung)	2	300	Abzug Schlammwasser (Stirnseitig)
		1	300	Pneumatische Klappe
		1	-	Schlammspiegelmessung
GAK-Zone	Füllhöhe je nach Beladung und nach Expansion	2	150	Dosierung frische GAK (Fallrohr)
		1	150	Pneumatische Klappe
		2	80	Abzug beladene GAK (Stirnseitig)
		2	80	Pneumatische Klappen
Kies- und Sandbett	zusätzliche Spülluft	1	200	Hauptverteilung (Fallrohr)
		1	200	Pneumatische Klappe
		36	50	Kleinverteilungen mit Öffnungsschlitz
	Zulauf Abwasser	1	600	Hauptverteilung (Durchführung Stirnseitig)
		34	50	Kleinverteilungen mit Öffnungsschlitz
		1	600	Pneumatische Klappe (Gravitäre-Zuleitung)
		1	600	Pneumatische Klappe (Booster-Pumpe)
		1	600	Motorklappe (Regelklappe)
		1	-	Durchflussmessung
				Entleerungsleitungen
				Ablaufleitungen Entleerung

### 3.5.2.3 Dosierung und Lagerung $\mu$ GAK

#### Kontinuierliche Dosierung der $\mu$ GAK (zwei Strassen)

Damit die geforderten Reinigungsziele durch die  $\mu$ GAK-Schwebebettreaktoren erreicht werden können, werden die  $\mu$ GAK-Reaktoren abhängig von ihren Betriebszeiten, regelmässig mit frischer  $\mu$ GAK versorgt. Dafür wird die  $\mu$ GAK aus einem Lager-Silo in eine Ansetzstation geführt. In der Ansetzstation wird sie benetzt und mit Frischwasser ausgewaschen zur Entfernung von Feinstanteil. Anschliessend wird sie in der Regel batchweise (während ca. 30 Minuten) in die Reaktoren zudosiert. Die einem Reaktor zugeführte Menge  $\mu$ GAK muss dem Reaktor auch wieder abgezogen werden.

Die Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen wird durchgehend zweistrassig geführt. Dies gilt auch für die Dosierung und Lagerung der  $\mu$ GAK. Für die Förderung und die Lagerung der  $\mu$ GAK wird je Strasse ein Silo für die Annahme der frischen  $\mu$ GAK, zwei Ansetzstationen, ein Fördersystem zu, ein Fördersystem weg von den  $\mu$ GAK Reaktoren und je ein Bunker für die Lagerung der beladenen  $\mu$ GAK vorgesehen.

Tabelle 3-4: Dosiermenge von  $\mu$ GAK

Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Mittlerer Abwasseranfall (Q <sub>TW</sub> )	m <sup>3</sup> /a	37'843'200	
	m <sup>3</sup> /d	103'680	
Dosiermenge $\mu$ GAK/ Abwasser	mg/l	15	Garantiewert Stereau
Verbrauch $\mu$ GAK pro Jahr	kg/a	567'648	
	m <sup>3</sup> /a	1'336	
Verbrauch $\mu$ GAK pro Tag	kg/d	1'555	
	m <sup>3</sup> /d	3.7	

Die Dosiermenge von 15 mg  $\mu$ GAK pro Liter Abwasser stammt aus Dimensionierungsgrundlagen, welche Carboplus®-Anlagen zugrunde gelegt werden. Dieser Wert wird für die Angabe der  $\mu$ GAK-Verbrauchsmengen verwendet. Erwartet wird, dass der effektive Verbrauch tiefer liegen wird. In den Pilotversuchen der ara bern soll das Reinigungsziel mit nur der Hälfte der angegebenen Dosiermenge erreicht worden sein. Die Kontrolle erfolgte in den Pilotversuchen nur über das Signal der SAK-Messung.

#### Anlieferung und Befüllung der Lager-Silos mit frischer $\mu$ GAK

Die Anlieferung der frischen  $\mu$ GAK auf der ARA Bern erfolgt durch einen Silo-LKW. Die maximale Charge für einen Silo-LKW beträgt 50 m<sup>3</sup> frische  $\mu$ GAK. Für die Rücknahme der beladenen und nassen  $\mu$ GAK für die Rezyklierung kann der LKW jedoch nur ca. 25 m<sup>3</sup>  $\mu$ GAK aufladen. Daher werden in der Regel 25 m<sup>3</sup>  $\mu$ GAK Chargen angeliefert werden.

Tabelle 3-5:  $\mu$ GAK-Anlieferung

Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Gesamtgewicht LKW	to	40	
Leergewicht	to	15	
Ladegewicht	to	25	pro Ladung
Gesamtvolumen (max)	m <sup>3</sup>	50	
<b>GAK - Liefermenge pro LKW</b>			
$\mu$ GAK Volumen	m <sup>3</sup>	25	gem. Limitierung $\mu$ GAK Rücknahme
$\mu$ GAK Gewicht	to	11	
<b><math>\mu</math>GAK Lieferung - Intervall</b>			
Vorrat bei einer Lieferung	d	3	
Vorrat bei 2 Lieferungen	d	6	

Durch die LKW-eigene Druckluftanlage wird die  $\mu$ GAK über die Zuleitung in das Silo gefördert. Pro Lieferung wird ein Silo befüllt. Die Leitung für die Befüllung des Silos gilt als Ex-Zone 2. Für die Vermeidung einer statischen Ladung wird der LKW während der Befüllung geerdet.

Die beiden  $\mu$ GAK Lager-Silos werden abwechselnd betrieben. Nach Entleerung des Silos wird der Betrieb auf das jeweils andere Silo gewechselt. Die Befüllung erfolgt in ein quasi leeres Silo. Für die Füllstandermittlung ist ein elektromechanisches Lotsystem und für die Leer- respektive Vollmelder ist je ein Drehflügelmelder vorgesehen. Im Silo gilt Ex-Zone 2.

Tabelle 3-6: Auslegung  $\mu$ GAK Lager-Silo

Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Silo Volumen	m <sup>3</sup>	60	2x 25 m <sup>3</sup> Anlieferung + 10 % Expansion + 5 m <sup>3</sup> Rest
Anzahl Silos	#	2.00	
Tage ohne Lieferung	d	15	ca. 2 Wochen bei einem Silo Voll - ein Silo leer

### Ansetzung $\mu$ GAK und Dosierung in die Reaktoren

Für die Dosierung der  $\mu$ GAK in die Reaktoren muss diese zuerst aufbereitet werden. Dafür wird die  $\mu$ GAK durch ein Austrags- und Dosiergerät aus dem Lager-Silo und über Förderschnecken in eine der Ansetzstationen gefördert. Pro Strasse werden zwei Ansetzstationen eingesetzt. Die Austragung und die Förderung der  $\mu$ GAK bis zur Ansetzstation soll schonend und über kurze Distanzen erfolgen, damit Verschleiss der  $\mu$ GAK möglichst vermieden werden kann.

In der Ansetzstation wird die  $\mu$ GAK mit Brauchwasser vermischt. Ist die  $\mu$ GAK ausreichend benetzt, wird das Schmutzwasser mit Kohlestaub abgezogen. Im Anschluss wird die angesetzte  $\mu$ GAK über mit Brauchwasser angetriebene Wasserstrahlpumpen in die  $\mu$ GAK Reaktoren geleitet.

#### 3.5.2.4 Abzug $\mu$ GAK und Lagerung im $\mu$ GAK-Bunker

Analog zur Dosierung neuer  $\mu$ GAK wird kontinuierlich  $\mu$ GAK aus den Reaktoren abgezogen. Eine Schlauchquetschpumpe fördert die verbrauchte  $\mu$ GAK aus den Reaktoren zu einem der beiden Bunker.

Die Bunker mit der beladenen  $\mu$ GAK werden in das Schlammwasserbecken entwässert. Über Drainagesiebe kann das Wasser abfliessen ohne das  $\mu$ GAK ausgeschwemmt wird. Das Filtersieb verfügt über eine Rückspülung.

Tabelle 3-7: Dimensionierung  $\mu$ GAK-Bunker

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
$\mu$ GAK - Allgemein	Spezifisches Gewicht $\mu$ GAK nass	kg/m <sup>3</sup>	750	
	Gewicht Abtransport $\mu$ GAK			
	Max. Ladegewicht LKW	to	25	
	Max Ladungs Volumen $\mu$ GAK	m <sup>3</sup>	33	
$\mu$ GAK Verbrauch	effektiv Verfügbares Ladevolumen	m <sup>3</sup>	25	gem. Angaben Chemviron
	$\mu$ GAK Verbrauch am Tag	m <sup>3</sup> /d	3.7	
	$\mu$ GAK Verbrauch im Monat	m <sup>3</sup> /Monat	111	
Bunker				
	Anzahl	#	2	
	Breite	m	3.8	
	Länge	m	9.0	
	Höhe	m	4.2	
	Fläche	m <sup>2</sup>	34	
	Volumen	m <sup>3</sup>	144	
	Volumen Gesamt	m <sup>3</sup>	287	

### Abtransport der beladenen / zu rezyklierenden $\mu$ GAK

Der gleiche LKW, welcher die frische  $\mu$ GAK anliefert, kann bis zu 25 m<sup>3</sup> beladene  $\mu$ GAK für die Rezyklierung wieder zurücknehmen. Dafür wird die  $\mu$ GAK im jeweiligen Bunker mit Wasser aufgemischt und über eine Wasserstrahlpumpe zurück in den Silo-LKW gepumpt. Das für die Förderung in den LKW benötigte Wasser wird aus diesem in die Schlammwasserbecken entwässert.

### 3.5.3 Verfahrenstechnische Auslegung Polstofffiltration

(Bezug zur Task-Liste: B15000\_EMV)

Die endständige Polstofffiltration wird als "Polzeifiltration" vor dem Abfluss des gereinigten Abwassers in die Aare betrieben. Neben dem GUS-Rückhalt (< 5 mg GUS/l) ist der sichere Rückhalt von Aktivkohle Aufgabe der Polstofffiltration.

Die verfahrenstechnische Auslegung der Polstofffiltration erfolgt nach den im Kapitel 2.4 definierten Dimensionierungsgrundlagen. Massgebend ist die zu behandelnde Wassermenge, die im Ausbauziel auf 3'300 l/s Abwasser und 200 l/s Rückläufe festgelegt ist. Auf diese Wassermenge einer Vollstrombehandlung wird die Polstofffiltration ausgelegt.

Die Projektierung der Polstofffiltration erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Firma Mecana Umwelttechnik GmbH. Das Abwasser wird im Freispiegel auf die einzelnen Polstofffiltrationen zugeführt, durchströmt die Filtertücher und gelangt über einen Steigschacht in den Ablaufkanal. Auf dem Filtertuch bleibende Feststoffe werden regelmässig über einen Absaugbalken entfernt und mit Pumpen über die Schlammwasserleitung in die Schlammwasserbecken gefördert.

Die Polstofffiltration wird zweistrassig mit je 7 Filtrationseinheiten ausgeführt.

Die detaillierten Berechnungen und Filtergeschwindigkeiten sind im Klärtechnischen Bericht EMV-Stufe ersichtlich, die wichtigsten Dimensionierungskennzahlen sind in Tabelle 3-8 festgehalten.

Tabelle 3-8: Dimensionierungskennzahlen Polstofffiltration

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Hydraulik	<b>Filtergeschwindigkeit</b>			
	maximale Filtergeschwindigkeit bei vMax	m/h	10	
	mittlere Filtergeschwindigkeit bei QTW	m/h	3.4	
	<b>Feststoffbelastung</b>			
	maximale Feststoffbelastung bei Qmax	kg/m <sup>2</sup> h	0.22	maximale GUS-Konzentration
	mittlere Feststoffbelastung bei QTW	kg/m <sup>2</sup> h	0.024	erwartete GUS_Konzentration
	<b>Spülwasser</b>			
	Überstand für Auslösen Abzugsvorgang	m	0.25	
	Betriebszeit Spülwasser bei Maximallast	min/h	17	Betriebszeit Spülwasserpumpen
	Betriebszeit Bodenschlamm bei Maximallast	min/h	2	1 Bodenschlammpumpe
	Abzugsleistung Pumpen pro Filter	m <sup>3</sup> /h	30.0	
	Maximale Spülwassermenge	m <sup>3</sup> /h	252	
	Durchschnittliche Spülwassermenge	m <sup>3</sup> /h	27.5	

### 3.5.3.1 Ausrüstung

Die wichtigsten bau- und maschinentechnischen Kenndaten der Tuchfiltration sind nachstehend zusammengestellt:

#### Zulaufsee zur Polstofffiltration

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Typ: Betonkanäle	--	--	
Verteilkanal auf beide Strassen (L x B)	m	37.4 x 1.82	Stirnseitig vor der Polstofffiltration
Verteilkanal	m <sup>3</sup>	40.8	Wasserhöhe 0.6 m
Gesamtvolumen inkl. Ablaufsee uGAK	m <sup>3</sup>	187	4 Ablaufkanäle à 36.6 m <sup>3</sup>
Aufenthaltszeit bei Q <sub>max</sub>	min	1.09	Q <sub>max</sub> = 3'500 l/s

#### Polstofffiltration Zelle

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Typ: Betonreaktoren	--	--	
Anzahl Strassen	n	2	
Anzahl Reaktoren pro Strasse	n	7	
Fläche pro Polstofffiltrationszelle (L x B)	m <sup>2</sup>	13.3	5.55m x 2.4m
Wasserhöhe im Reaktor	m	3.65	Höhe der Ablaufrinnen
Wasser-Volumen pro Reaktor	m <sup>3</sup>	49	

#### Polstofffiltration

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Anzahl Reaktoren Gesamt	#	14	Filtertyp Mecana SF 18/90
Anzahl Filterscheiben pro Einheit	#	18	
Filterfläche pro Filterscheibe	m <sup>2</sup>	5	
Filterfläche pro Scheibenfilter	m <sup>2</sup>	90	18 Filterscheiben
Filterfläche Gesamt	m <sup>2</sup>	1260	
Filtergeschwindigkeit	m/h	10	Q <sub>max</sub> = 3'500 l/s

## Ausrüstung Polstofffiltration-Einheiten

Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Filterantrieb	#	1	Filterantrieb pro Einheit (1.5 kW)
Filterreinigungssysteme	#	6	Bestehend aus Absaugbalken und Filterabsaugpumpen (1.8 kW)
Bodenschlamm/Entleerungspumpen	#	2	Pumpen (1.8 kW) mit Verrohrung

### 3.5.3.2 Betriebskonzept Polstofffiltration

Abbildung 3-26 zeigt das Funktionsprinzip mit dem Notüberlauf im Schnitt durch eine Filtrations-einheit.

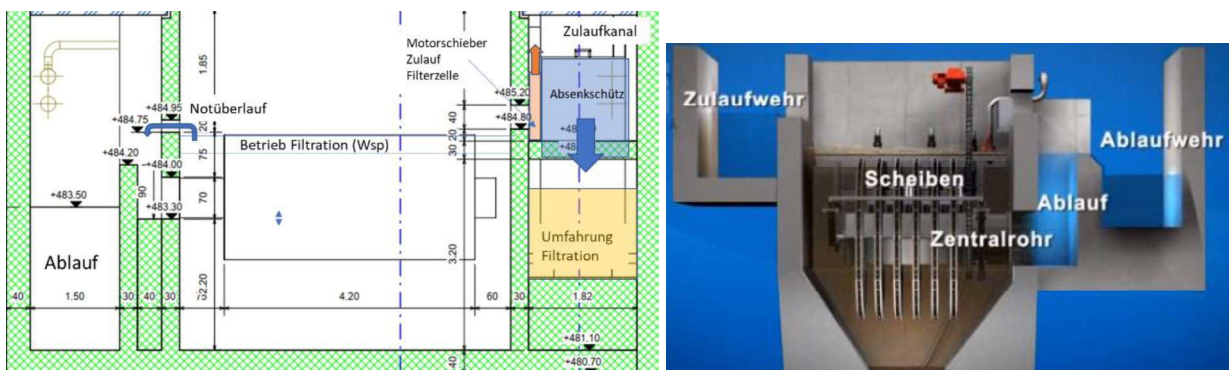


Abbildung 3-26: Funktionsprinzip Polstofffiltration im Schnitt / Animation (Abbildung Mecana)

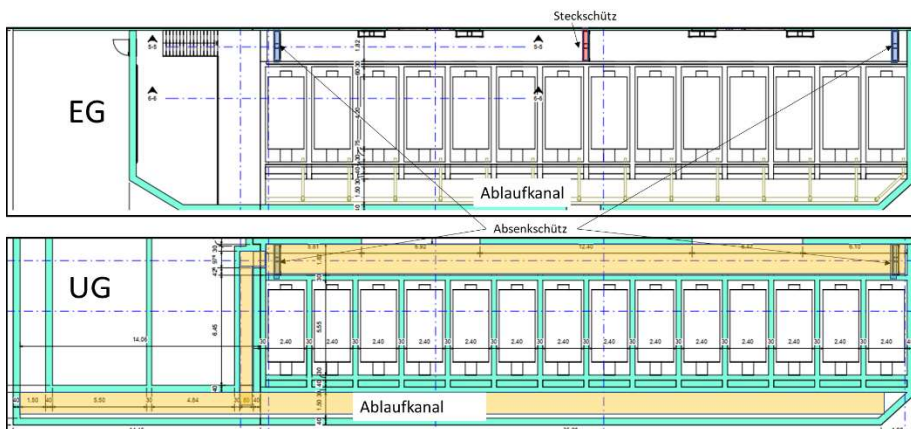


Abbildung 3-27: Ausschnitt aus den Grundrissplänen (UG und EG) mit eingezeichneten Absenkschützen, welche die Umfahrung der Filtration ermöglichen (gelb).

### Zulauf aus dem Zulaufkanal

Aus dem Ablaufsee der EMV fließt das Abwasser in den Zulaufsee der Scheibenfilter. Die zwei Strassen der EMV werden weitergeführt. Die Zulaufseen der Scheibenfilter sind in der Regel kommunizierend, können aber auch über einen einsetzbaren Steckstütz voneinander getrennt betrieben und einzeln ausser Betrieb genommen werden. Der Zulaufsee der Polstofffilter sorgt dafür, dass das Abwasser gleichmässig auf die Filtrationseinheiten verteilt werden kann. Die einzelnen Filtrationseinheiten können über elektrische Normschützen zugeschaltet werden (vgl. Abbildung 3-27).

Aus dem Zulaufsee der Polstofffiltration besteht eine Notentlastung direkt in den Auslaufkanal der Tuchfiltration, welche über Absenkschütze aktiviert werden kann (vgl. Abbildung 3-27).



## Betrieb Filterreinigung

Durch die Ablagerung von Feststoffen steigt der Wasserspiegel in der Filterwanne. Dadurch wird niveaugeregelt die Filterreinigung ausgelöst. Um die Filter zu reinigen, werden die Filter bei langsamer Drehung über die Absaugbalken abgesaugt. Der Filtrationsprozess wird während dem Reinigungsprozess aufrechterhalten. Periodisch kann der Bodenschlamm in der Filtrationszelle über separate Bodenschlammumpen abgesogen werden. Das Schlammwasser der Filterreinigung und des Bodenschlammes werden in das Schlammwasserbecken (vgl. Kapitel 3.5.4.2) geführt.

## Ablauf in den Ablaufkanal

Die Filterzellen besitzen einen Notüberlauf, in welchen das Abwasser überfallen kann, falls die Durchlässigkeit der Filtereinheit auch durch den Reinigungszyklus nicht genügend verbessert werden kann. Aus der Ablaufrinne überfällt das Abwasser in den Ablaufkanal, welcher das gereinigte Abwasser in die Aare führt.

### 3.5.4 Gemeinsame Anlagen EMV

Im Annexgebäude der EMV-Stufe sind ferner folgende Anlagen untergebracht:

- Analytikraum
- Schlammwasserbecken
- Brauchwasser-Station
- Wärmeverbund Bremgarten

#### 3.5.4.1 Überwachungs- oder Messkonzept

(Bezug zur Task-Liste: B11308)

Im Annex-Gebäude wird ein Analytikraum eingerichtet, der mit Online-Messungen und den entsprechenden Probenehmern ausgerüstet wird. Vorgesehen wird für das Projekt eine UV-Messung, möglich sind auch die Analytik von weiteren Parametern wie pH, Trübung oder Analyzer für Ammonium oder Phosphor. Dies wird in den kommenden Projektphasen zu definieren sein.



Abbildung 3-28: Beispiel Analytikraum der EMV-Stufe AVA Altenrhein

Von jeder EMV Strasse wird Abwasser aus Zu- und Ablauf in den Analytikraum gepumpt, wo das Abwasser über die UV-Sonden geführt wird. Das gesamte Abwasser, aus dem Analytikraum wird nach den Analysegeräten in den Schlammwasserstapel entwässert. Abbildung 3-29 zeigt den Ausschnitt aus dem R&I-Bild des Analytikraums.

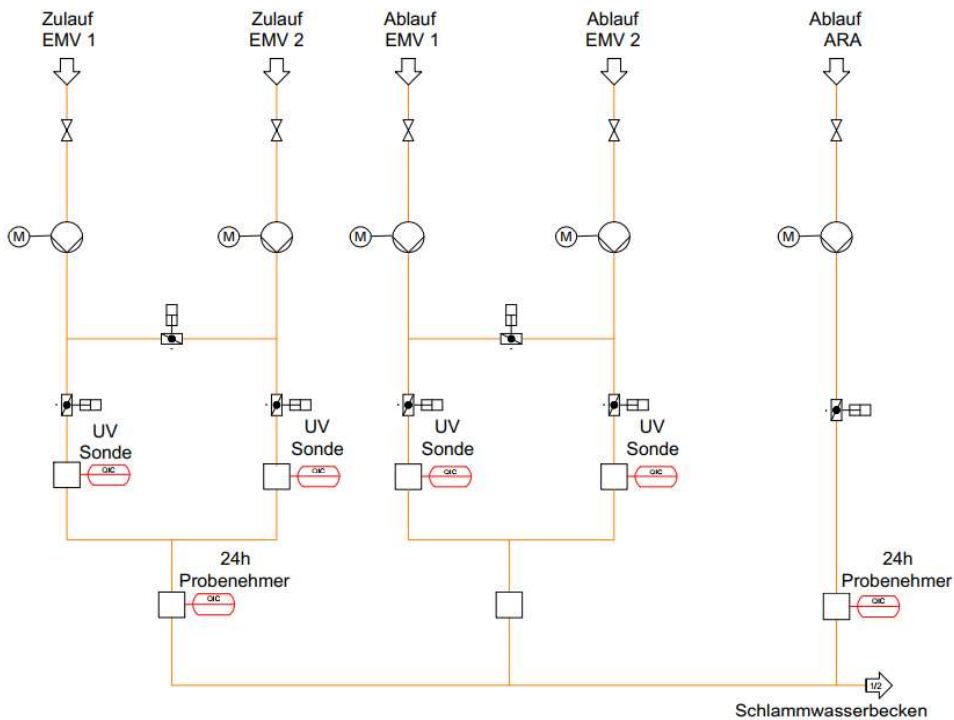


Abbildung 3-29: Analysestation (Ausschnitt aus dem R&I Schema 105 GAK-Silo / Analysestation / Gebläsestation)

## UV-Sonde

Die Reinigungsleistung der EMV-Anlage wird gesetzlich vorgeschrieben periodisch mit Labormessungen überwacht. Diese Messresultate liegen jedoch erst nach mehreren Tagen vor und eignen sich nicht für den täglichen Betrieb der Anlage. Als indirekte Online-Messung wird eine UV-Sonde eingesetzt. Das SAK-Signal (Spektraler Absorptionskoeffizient) im Zu- und Ablauf der MV-Stufe korreliert gut mit der Spurenstoffelimination. Dadurch kann in Echtzeit Aufschluss über die Reinigungsleistung der EMV gewonnen werden.

## 24h Probenehmer

Das Abwasser aus dem Zulauf wird nach der UV-Sonde über den 24h Probenehmer geführt. Aus dem ARA-Ablauf wird ebenfalls Abwasser in den Analytikraum gepumpt und über einen zweiten 24h Probenehmer geführt.

### 3.5.4.2 Schlammwasserstapel

Tabelle 3-9: Ausrüstung Schlammwasserstapel

	Parameter	Einheit	Wert	Kommentar, Bereich
Schlammwasser- Stapel	Typ: Betonbecken	--	--	
	Becken pro Strasse	n	1	
	Becken gesamt	n	2	
	Becken Masse (L x B x H)	m <sup>3</sup>	5.5x24.4x3.1	
	Wasser-Volumen pro Becken	m <sup>3</sup>	389	mit 2.9 m Wasserhöhe
Airjet-Pumpe	Aggregate-Typ: Kreiselpumpe	--	--	Trockenaufstellung
	Anzahl Aggregat pro Strasse	n	1	
	Anzahl Aggregat gesamt	n	2	
	Förderleistung je Aggregat	l/s	30	
	Leistung je Aggregat	kW	8.5	
Schlammwasser- Pumpe	Aggregate-Typ: Kreiselpumpe z.B Farbikat WILO	--	--	Trockenaufstellung Typ FK 34.1-6/33-E3
	Anzahl Aggregat pro Strasse	n	2	
	Anzahl Aggregat gesamt	n	4	
	Förderleistung je Aggregat	l/s	100	
	Leistung je Aggregat	kW	37	

#### Betriebskonzept (Befüllung und Entleerung)

Die Schlammwasserstapel sind im UG des Annexgebäudes untergebracht. Die Grösse der beiden Becken wird innerhalb des Annexgebäudes durch den Auslaufkanal der Polstoffiltration (West und Nord) und dem Pumpenraum (Ost) begrenzt. Die Schlammwasserstapel dienen als Pufferbecken bevor der Schlamm zurück in die Vorklärung gepumpt wird. Dem Schlammwasserstapel werden folgende Schlämme zugeführt:

- Schlamm µGAK-Reaktoren
- Entwässerung µGAK-Bunker
- Entwässerung Silo-LKW
- Schlamm Pollstoffiltration
- Weitere Rückläufe ohne Bezug zur EMV, z.B. aus Betriebsgebäuden, Restaurant, etc. (wurden nicht separat betrachtet).

Eine Spülung eines µGAK-Reaktors füllt einen Schlammwasserstapel fast komplett. Um sicherzustellen, dass der durch die Spülung entstehende Schlamm in den Schlammstapel entwässert werden kann, muss genügend Speichervolumen vorhanden sein. Dies bedingt eine komplette Entleerung des Schlammwasserstapels vor Beginn einer Reaktor-Spülung und der Verriegelung der restlichen Zuläufe in den Schlammwasserstapel. Diese können während der Reaktorspülung im zweiten Schlammwasserstapel gepuffert werden. Es kann jeweils nur maximal ein Reaktor im Spülbetrieb sein.

Tabelle 3-10 Schlammwasseranfall bei Qmax zu Schlammwasserstapel

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
<b>μGAK-Reaktor</b>	Anzahl Reaktoren	Stück	24	
	Anzahl Reinigungen pro Reaktor und Tag	Stück/d	2	
	Anzahl Spülungen pro Stunde	Stück/h	2	
	Schlammmanfall pro Spülung	m <sup>3</sup> /Spülung	368	
	Schlammmanfall Stunde	m <sup>3</sup> /h	736	
<b>μGAK-Bunker</b>				
	Anzahl μGAK-Abzugspumpen	Stück	8	
	Leistung μGAK-Abzugspumpen	m <sup>3</sup> /h	15	
	Schlammwasseranfall μGAK-Abzug	m <sup>3</sup> /h	120	Entwässerung μGAK-Bunker
<b>Pollstofffilter</b>				
	Anzahl Filter	Stück	14	
	Betriebszeit der Reinigung	h/h	0.33	
	Leistung der Reinigung	m <sup>3</sup> /h	60	
	Schlammmanfall je Stunde	m <sup>3</sup> /h	280	
<b>μGAK Verladung</b>				
	Entwässerung μGAK Verladung in LKW	-	-	200 m3 pro Verladung alle 3 Tage

Die Schlammwasserpumpen fördern das anfallende Schlammwasser zurück in die Vorklärung. Pro Schlammwasserstapel sind zwei Pumpen à 100 l/s vorgesehen. Maximal dürfen 200 l/s Schlammwasser zurück in die Vorklärung gepumpt werden. Es wird immer nur aus einem Schlammwasserstapel Schlammwasser abgepumpt. Ziel des Betriebskonzeptes Schlammwasserstapel ist, dass ein Schlammwasserstapel möglichst immer leer ist (Bedingung für μGAK-Reaktor Spülung). Bei Teilfüllung eines Schlammwasserstapels setzt eine Schlammwasserpumpe ein, steigt der Füllstand schaltet die zweite Pumpe zu.

Für die Mobilisierung des Schlammes im Schlammwasserstapel sorgen je Schlammwasserstapel eine trocken aufgestellte Airjet-Pumpe. Der Airjet sorgt für eine hohe Turbulenz im Schlammwasserstapel und verhindert damit die Sedimentation von Schlammpartikeln. Die Airjet-Pumpen gehen zeitgleich mit den Schlammwasserpumpen in Betrieb, um die einen optimalen Abtransport des Schlammwassers zu garantieren.

### 3.5.4.3 Weitere Anlagen im Bereich der EMV-Stufe

#### Wärmekonzept Bremgarten

Der Wärmeverbund Bremgarten bezieht bereits heute Wärme aus dem gereinigten Abwasser der ara bern. Dies soll auch künftig möglich sein, weshalb ein entsprechender Platzhalter im Bereich des Auslaufs im Annex-Gebäude freigehalten wird.

#### Brauchwasserstation

Mit dem Neubau der EMV-Stufe und der Umgestaltung des Auslaufbereichs soll auch die Brauchwasserpumpstation erneuert werden. Hier wurde ebenfalls ein entsprechender Platz reserviert.

### 3.5.5 Redundanzkonzept

Die ganze EMV-Stufe ist durchgehend zweistrassig aufgebaut. Sämtliche Anlageteile können komplett umfahren oder im Störfall im Überlaufmodus überströmt werden. Folgende Möglichkeiten bestehen:

Gesamte EMV-Stufe	Über Schützen im Zulaufkanal kann die EMV-Stufe ausser Betrieb genommen werden. Abwasser gelangt nach der Biofiltrationsstufe direkt in den Ablauf Aare.
μGAK-Reaktoren	Sind die μGAK-Reaktoren nicht bereit, staut sich das Abwasser auf und überfällt vom Zulaufsee in den Ablaufsee zur Filtration.
Polstofffiltration	Über Absenkschützen kann der Zulauf zu den Polstofffiltrationen direkt in den Ablaufkanal umgeleitet werden.  Jeder Polstofffilter besitzt einen Notüberlauf, falls die Filtertücher kolmatiert sind und durch den normalen Reinigungsprozess nicht entsprechend gereinigt werden können.

### 3.5.6 Raumkonzept

(Bezug zur Task-Liste: B19004)

Das Raumkonzept der EMV ist aus den Grundrissplänen VP-001 bis VP-003 und den Schnittplänen VP-004 bis VP-008/2023 ersichtlich.

In Abbildung 3-30 ist das EMV-Gebäude dargestellt. Es ist in die Gebäudebereiche uGAK (blau), Filtration (orange), Annex-Gebäude mit μGAK -Umschlag (grün) und die Ablaufleitung zur Aare (rot) unterteilt.

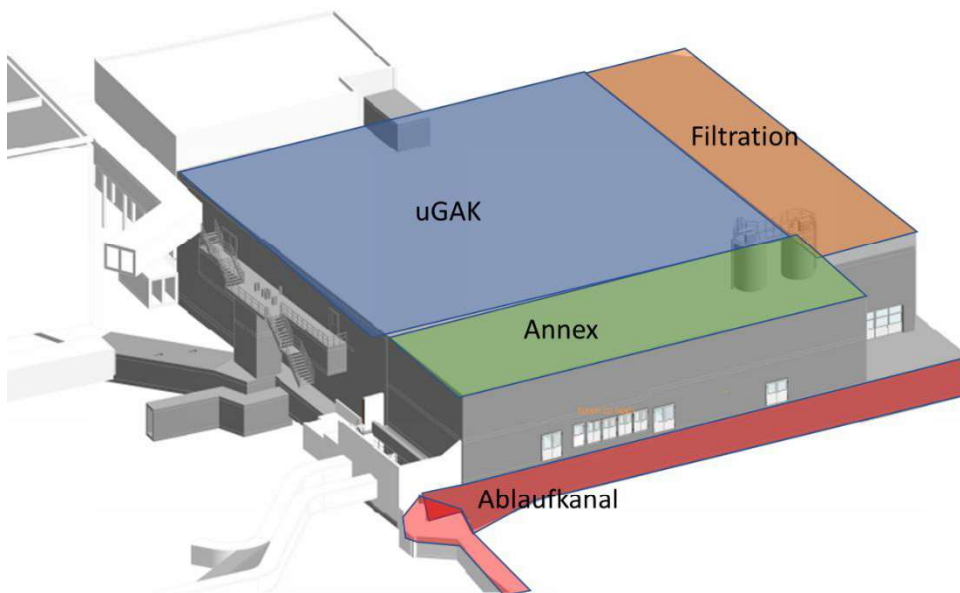


Abbildung 3-30: Räumliche Darstellung der neuen Biofiltration, Ansicht von Süden

## Äussere Erschliessung

Die Zufahrt zum EMV-Gebäude ist über die Werkstrasse, welche auf der unteren ARA Ebene der Aare entlang zur Biofiltrationsanlage führt gewährleistet. Diese ist ausreichend breit für die Anlieferung und den Abtransport der  $\mu$ GAK durch einen 40 to Silo-LKW.

Als direkter Zugang zu den  $\mu$ GAK-Reaktoren dient sowohl ein Treppenhaus von der Südseite respektive vom Actiflo her mit mittigem Zugang zum UG und OG der  $\mu$ GAK-Reaktoren als auch eine im Osten des EMV-Gebäudes gelegenen Aussentreppe mit je einem Zugang zu beiden EMV-Strassen im OG. Über den gleichen Zugang führt eine Treppe auf das Dach des Gebäudes womit auch die Zugänglichkeit der  $\mu$ GAK-Lager-Silos gewährleistet wird. In der nordwestlichen Ecke des Gebäudes dient ein Rollltor und zusätzlich eine Türe als direkter Servicezugang zur Polstofffiltration. Das Annexgebäude ist von Norden her über mehrere Zugangstüren erschlossen. Es gibt eigene Zugänge über Türen zum Wärmeverbund Bremgarten, dem Traforaum (mit Zugangstüre und einzelnen Flügeltüren für jeden Trafo), zum Treppenhaus und zur  $\mu$ GAK-Ansetzstation.

## Innere vertikale Erschliessung

Die beiden Treppenhäuser am Südende der EMV und im Annexgebäude ermöglichen die Erschliessung der drei Betriebsebenen UG, EG und OG (siehe Abbildungen Abbildung 3-31 und Abbildung 3-32). Die Pumpen werden über den Scherenlift im Gebläseraum in das UG gebracht.

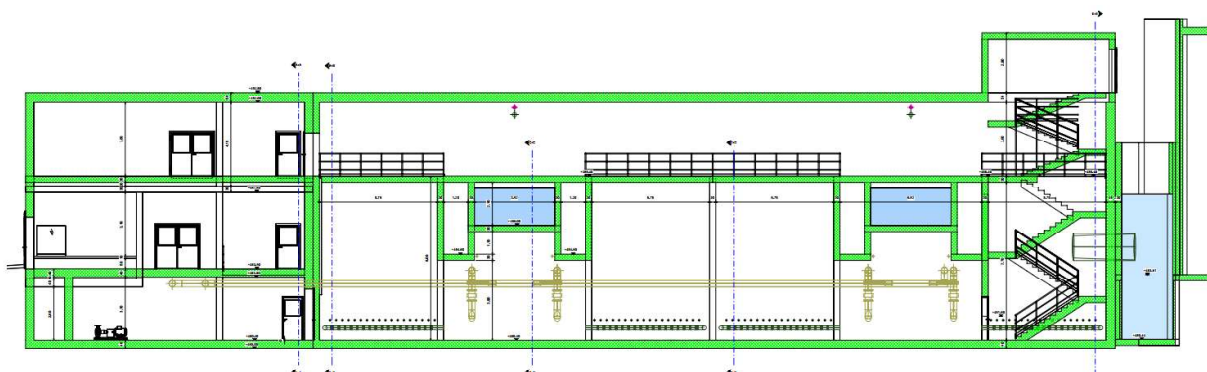


Abbildung 3-31: Vertikale Erschliessung EMV Gebäude Schnitt 3-3 mit südlichem Treppenhaus

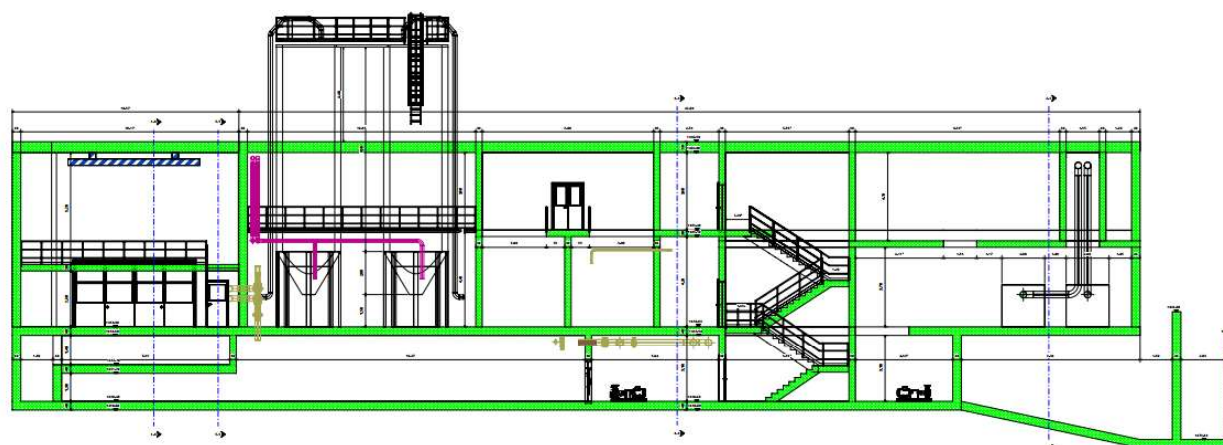


Abbildung 3-32: Vertikale Erschliessung EMV Gebäude Schnitt A-A mit Treppenhaus im Annexgebäude



## Innere horizontale Erschliessung

Das UG ist, über den zentralen Rohrleitungsgang Nord-Süd zwischen dem Treppenhaus Nord im Annexgebäude und dem Treppenhaus Süd erschlossen. Der zentrale Rohrleitungsgang Nord-Süd wird von den beiden in Ost-West Richtung unter den beiden Zulaufseen verlaufenden Rohrleitungsgängen gekreuzt. Der Pumpenraum im Annexgebäude ist direkt über das Treppenhaus erschlossen. In der Polstoffiltration ist das UG nicht zugänglich.

Das EG ist als solches nur im Annexgebäude ausgebildet. Weder die  $\mu$ GAK-Reaktoren noch die Polstoffiltration verfügen über ein EG. Der Analytikraum im Annexgebäude ist über den Gang zum Treppenhaus erschlossen. Alle anderen Räume sind von aussen her zugänglich.

Identisch zum UG besteht im OG ein zentraler Gang Nord-Süd zwischen dem Treppenhaus Nord im Annexgebäude und dem Treppenhaus Süd. Auch im OG wird der zentrale Gang Nord-Süd von den beiden in Ost-West Richtung auf den Zulaufseen verlaufenden Gängen gekreuzt. Diese besitzen im OG Zugänge von aussen im Osten und Verbindungstreppe zur Polstoffiltration im Westen. Der Gang in der Polstoffiltration verläuft stirnseitig zu den Filtern auf dem Zulaufkanal derselben. Über den Steg am Nordende der Polstoffiltration oder den mobilen Steg über den Filtern ist der Zugang zur anderen Seite der Filter über dem Ablaufkanal der Polstoffiltration gewährleistet (siehe Abbildung 3-33). Im Annexgebäude besteht der Zugang zu den  $\mu$ GAK-Bunkern und dem HLK-Raum.



Abbildung 3-33: Innere horizontale Erschliessung EMV Gebäude Grundriss OG mit Treppenhäuser (rot), zentralem Gang Nord-Süd (gelb), kreuzende Gänge Ost-West (grün) und Gänge in der Polstoffiltration (blau)

### 3.5.6.1 Anforderungen an die Räume

Die Anforderungen an die einzelnen Räume der EMV sind zudem detailliert in den Raumdatenblätter zusammengestellt.