



## **ara bern – Sanierung und Erweiterung Biologie und Neubau Spurenstoffelimination**

Teilbericht Elimination von Mikroverunreinigungen

Klärtechnischer Bericht

ara region bern ag  
Neubrückstrasse 190  
CH 3037 Herrenschwanden  
Tel. 031 300 52 52  
[www.arabern.ch](http://www.arabern.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung, Aufgabenstellung und Zielsetzungen</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	Gesetzliche Anforderungen Elimination von Mikroverunreinigungen	6
<b>3</b>	<b>Dimensionierungsgrundlagen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Elimination von Mikroverunreinigungen EMV</b>	<b>8</b>
4.1	Verfahrensüberblick	8
4.2	Überblick Layout	8
4.3	Verfahrensfliessbild	9
<b>5</b>	<b>Mikro-GAK im Schwebebett – Carboplus®</b>	<b>10</b>
5.1	Dimensionierung $\mu$ GAK Reaktor	11
5.2	Laststufen der EMV	12
5.3	Dosierung und Lagerung $\mu$ GAK	12
<b>6</b>	<b>Polstofffiltration</b>	<b>14</b>
6.1	Dimensionierung Polstofffiltration	15
6.2	Laststufen der Filtration	15
<b>7</b>	<b>Massenbilanz</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Notfallkonzept</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>18</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Layout der Elimination Mikroverunreinigungen bestehend aus Carbopius-Zellen (blau), Filtrationseinheit (rot) und dem Infrastruktur-Teil

Abbildung 2: Übersichtsschema EMV (Übersicht der einzelnen R&I-Schema 100)

Abbildung 3: Funktion  $\mu$ GAK Schwebebett-Reaktor (Prinzipskizze VSA)

Abbildung 5: Scheibenfilter (Prinzipskizze Mecana, ergänzt mit Notüberlauf)

Abbildung 6: Massenbilanz Mittelwert EMV-Stufe

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderung Elimination von Mikroverunreinigungen

Tabelle 2: Dimensionierungsgrundlagen EMV

Tabelle 3: Auslegungsgrundlagen EMV-Reaktor

Tabelle 4: Laststufen EMV  $Q_{RW}$  bis Nachtminima mit dem Betrieb von 24 bis 2 Reaktoren

Tabelle 5: Dosiermenge von  $\mu$ GAK

Tabelle 6: Auslegungsgrundlagen Polstofffiltration

## IMPRESSUM



### Ingenieurgemeinschaft Holinger-Afry

c/o Holinger AG  
Kasthoferstrasse 23  
CH-3006 Bern  
Tel. +41 31 370 30 30

Gian Levy  
Projektleiter  
gian.levy@holinger.com  
Tel. direkt +41 56 48 485 15

David Salzgeber  
Projektleiter Stv.  
david.salzgeber@holinger.com  
Tel. direkt: +41 31 370 30 30

Status	Version	Datum	Änderungen	Visum
ENTWURF	0	12.05.2020	-	-
Abgabe	1.0	31.1.2021		SAD

Copyright © Ingenieurgemeinschaft Holinger-AFRY

Sämtliche in diesem Bericht enthaltenen Informationen sind vertraulich und ausschliesslich für die Nutzung durch den Empfänger bestimmt. Der Empfänger kann die im Bericht enthaltenen Informationen an die Geschäftsleitung, Behörden, Mitarbeitende oder professionelle Berater weiterleiten, sofern er diese Personen über die Vertraulichkeit dieser Informationen unterrichtet.

Alle Rechte bleiben vorbehalten. Dieser Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Eine teilweise oder vollständige Vervielfältigung ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Ingenieurgemeinschaft Holinger-AFRY zulässig.

# **1 Einleitung, Aufgabenstellung und Zielsetzungen**

Der vorliegende Klärtechnische Bericht Biofiltration ist Bestandteil des Vorprojektes Sanierung und Erweiterung Biologie und Neubau Spurenstoffelimination. Er beinhaltet die wichtigsten verfahrenstechnischen Kenndaten der Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen.

## 2 Grundlagen

Als Basis für den Bericht, Angaben und die Berechnungen dienen folgende Dokumente:

- Plangrundlagen arabern
  - o Pläne des bestehenden BIOSTYR®
  - o Pläne des bestehenden ACTIFLO®
  - o Pläne der bestehenden Sandfiltration
  - o Situationspläne
  - o Werkleitungspläne
- Aufnahmen Geländemodell
- Bericht "Teilbericht Dimensionierungsgrundlagen", Ingenieurgemeinschaft Holinger-AFRY, Januar 2020
- Begehungen vor Ort
- Angaben Hersteller/Lieferanten: Stereau Suisse SA

Nicht Bestandteil des Berichts sind die Ergebnisse der Pilotierungen, welche durch die ara bern durchgeführt wurden. Diese liegen nicht in schriftlicher Form vor.

### 2.1 Gesetzliche Anforderungen Elimination von Mikroverunreinigungen

Als gesetzliche Grundlage dient die Änderung des Gewässerschutzgesetz (GSchG) (SR 814.20, 01.01.2016), die Änderung der Gewässerschutzverordnung (GSchV) (814.201, 01.05.2017) sowie die Vollzugshilfe "Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen" (BAFU, 2016) aus dem Jahr 2016.

Die ARA Bern reinigt das Abwasser von 222'800 angeschlossenen Einwohnern (2019) und muss, aufgrund des Kriteriums "mehr als 80'000 Einwohner", mit einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen erweitert werden (AWA (Amt für Wasser und Abfall), Januar 2020).

Die Umsetzungsfrist wurde vom Amt für Wasser und Abfall AWA Bern auf das Jahr 2030 festgelegt. Der Bund finanziert 75 Prozent der anrechenbaren Investitionskosten (GSchG Art. 61a Abs. 3). Die Anlage ist unter Voraussetzung folgender Punkte (GSchG Art. 63) abgeltungsbe-rechtigt:

- Zweckmässige Planung
- Sachgemässer Gewässerschutz
- Stand der Technik
- Wirtschaftlichkeit

Im Rahmen des Projektes Sanierung und Erweiterung Biofiltration und Neubau Spurenstoff-Elimination werden für die ara bern neue Einleitbedingungen formuliert. Mit Entwurf vom 3.Juli 2020 sind diese vom AWA Bern der ara region bern ag mitgeteilt worden.

Dabei werden die Einleitbedingungen an die zusätzlichen Anforderungen betreffend Elimination von Mikroverunreinigungen angepasst. Zur Überprüfung des Reinigungseffekts von 80% der organischen Spurenstoffe ist vorgesehen alle 12 Leitsubstanzen gemäss Art. 2 der GSchV heranzuziehen.

Tabelle 1: Anforderung Elimination von Mikroverunreinigungen

Elimination Spurenstoffe über ARA	
Reinigungseffekt	mind. 80 %
Grenzwert	80%

### 3 Dimensionierungsgrundlagen

Die Dimensionierungsgrundlagen für das Ausbauziel 2045 der Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) sind in Tabelle 2 zusammengefasst:

Tabelle 2: Dimensionierungsgrundlagen EMV

Parameter	Einheit	Heute	Ausbauziel
Q Trockenwetter	l/s		1200
	m <sup>3</sup> /h		4320
Qd, 24	m <sup>3</sup> /d		103680
Q max exkl. Rückläufe	l/s		3300
	m <sup>3</sup> /h		11880
Rückläufe	l/s		200
	m <sup>3</sup> /h		720
<b>Q max inkl. Rückläufe</b>	<b>l/s</b>		<b>3500</b>
	m <sup>3</sup> /h		12600
Q Nachtminimum	l/s		300
	m <sup>3</sup> /h		1080
<b>Ablauf Biologie</b>			
GUS ab Biostyr max.	mg/l	20	15
GUS ab Biostyr mittel	mg/l	14	7.5
CSB ab Biostyr max.	mg/l	44	29
CSB ab Biostyr mittel	mg/l	59	40
<b>Ablauf ARA</b>			
GUS im Ablauf Filtration	mg/l	15	5
Reinigungseffekt Mikroverunreinigungen	%		mind. 80%

Für die Dimensionierung der neuen Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen wird der Empfehlung des VSA "Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen" Folge geleistet (VSA, 2015). Die Dimensionierungswassermenge der EMV-Stufe wird entsprechend an die Kapazität der biologischen Stufe angeglichen und beträgt ebenfalls 3'500 l/s (3'300 l/s Abwasser und 200 l/s Rückläufe).

## 4 Elimination von Mikroverunreinigungen EMV

### 4.1 Verfahrensüberblick

In der Variantenstudie "Elimination von Mikroverunreinigungen" vom 28.2.2020 wurde das Verfahren Mikro-GAK im Schwebebett mit abschliessender Tuchfiltration festgelegt. In der Variantenstudie wurde von Erkenntnissen aus hauseigenen Pilotversuchen ausgegangen und die Investitionskosten ohne Beizug eines Verfahrenslieferanten kalkuliert. Resultate der Pilotversuche sind einzig in einer Publikation dokumentiert (Meyer, 2020). Im Rahmen des Vorprojekts wurde ab Oktober 20 die Projektierung die diesbezügliche Strategie geändert und direkt mit einem Verfahrenslieferanten zusammengearbeitet, welcher mit dem Verfahren auch die entsprechende Erfahrung für die Umsetzung im Vollmassstab besitzt.

Das im Vorprojekt erarbeitete Verfahren Mikro-GAK im Schwebebett wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Stereau Suisse SA mit Sitz in CH-Yverdon erarbeitet und ist unter dem Namen Carboplus® bekannt. Das Carboplus® -Verfahren wurde ursprünglich für Trinkwasser entwickelt und wird seit einigen Jahren auch im Abwasser für die Elimination von Mikroverunreinigungen eingesetzt. In der Schweiz wurde das Verfahren bisher auf der ARA Langmatt und der ARA Penthaz in Pilotversuchen getestet. Auf der ARA Penthaz (15'000 EW) ist das Verfahren gross-technisch realisiert und seit Herbst 2018 in Betrieb.

Um die Betriebssicherheit zu garantieren und einen Abfluss von Aktivkohle in das Einleitgewässer zu verunmöglichen wird der EMV-Stufe eine endständige Polstoff-Filtration nachgeschaltet. Die projektierte Filtrationsstufe ist eine Polstofffiltration der Firma Mecana mit Sitz in CH-Reichenburg.

### 4.2 Überblick Layout

Die Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen wird am Standort der heutigen Sandfiltration entstehen. Die MikroGAK-Stufe besteht aus zwei Strassen à je 12 Zellen, gefolgt von einer ebenfalls zweistrassigen Filtrationsstufe mit zweimal je 7 Filtrationseinheiten. Im Infrastruktur Teil befindet sich das GAK-Handling, die Stapelbecken sowie die übrige Haustechnik.

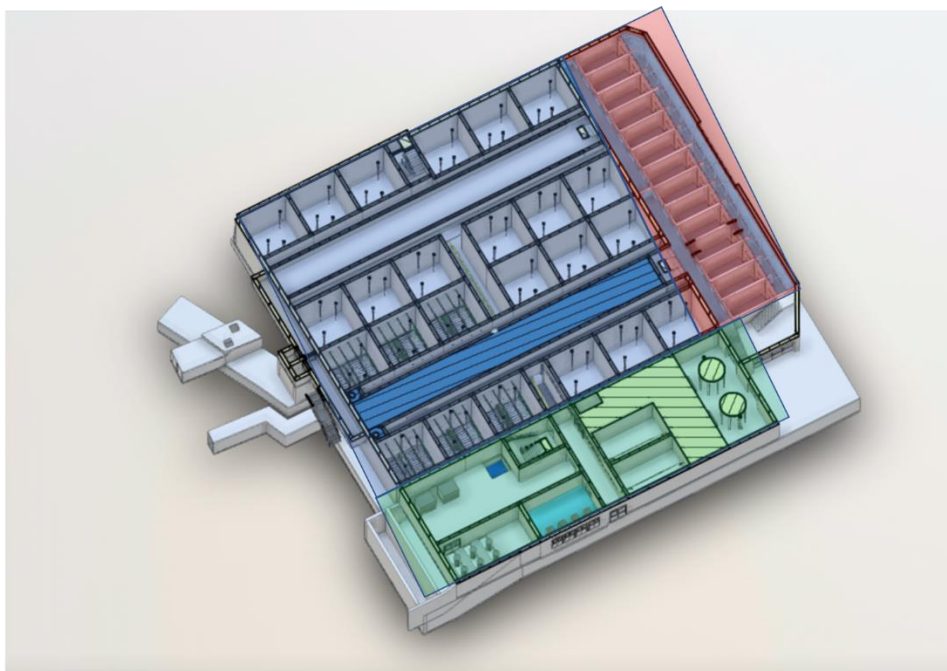


Abbildung 1: Layout der Elimination Mikroverunreinigungen bestehend aus Carboplus-Zellen (blau), Filtrationseinheit (rot) und dem Infrastruktur-Teil



### 4.3 Verfahrensfliessbild

In Abbildung 2 zeigt das Gesamtschema der EMV-Stufe. Detailliert ist die Anlage in den R&I-Schemas der EMV dargestellt (R&I 101-107).

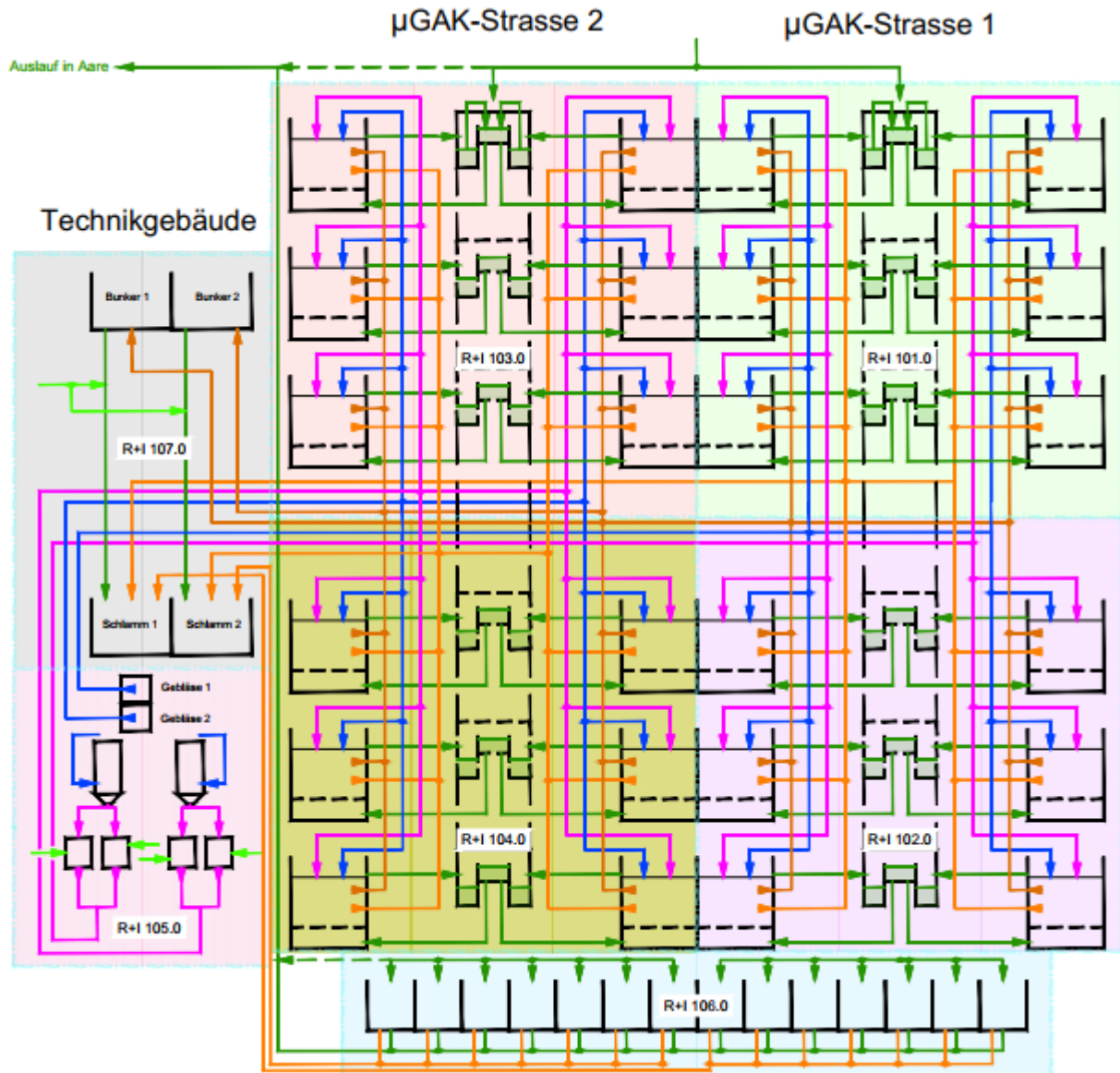


Abbildung 2: Übersichtsschema EMV (Übersicht der einzelnen R&I-Schema 100)

## 5 Mikro-GAK im Schwebebett – Carbopius®

Die Elimination von Mikroverunreinigungen erfolgt in Schwebebettreaktoren, welche mit  $\mu$ GAK, (granulierte Aktivkohle mit einer mittleren Korngrösse von 0,5 mm) teilgefüllt sind. Das Schwebebett aus  $\mu$ GAK wird mit Abwasser von unten nach oben durchflossen. Durch die Aufwärtsströmung des zu reinigenden Abwassers wird die  $\mu$ GAK in Schwebelage gehalten. Die Spurenstoffe werden durch Adsorption an der Aktivkohle aus dem Abwasser eliminiert. Regelmässig wird frische (unbeladene)  $\mu$ GAK in die Reaktoren hinzugegeben und beladene  $\mu$ GAK daraus abgezogen.

Wichtig ist, eine kontinuierliche Aufwärtsdurchströmung zu garantieren, um die  $\mu$ GAK in Schwebelage zu halten. Durch das Zu- und Wegschalten von einzelnen Reaktoren wird der Durchfluss pro Reaktor möglichst konstant gehalten. Durch Rezirkulation wird ein minimaler Durchfluss garantiert.

Das Abwasser fliesst gravitär aus dem Zulaufsee durch die  $\mu$ GAK Reaktoren in den Ablaufsee. Für das Zuschalten zusätzlicher Reaktoren und bei Verstopfung der Zulaufleitungen wird das Abwasser über Druckpumpen in die Reaktoren gefördert. Auch besteht die Möglichkeit zusätzlich mit Druckluft zu spülen.

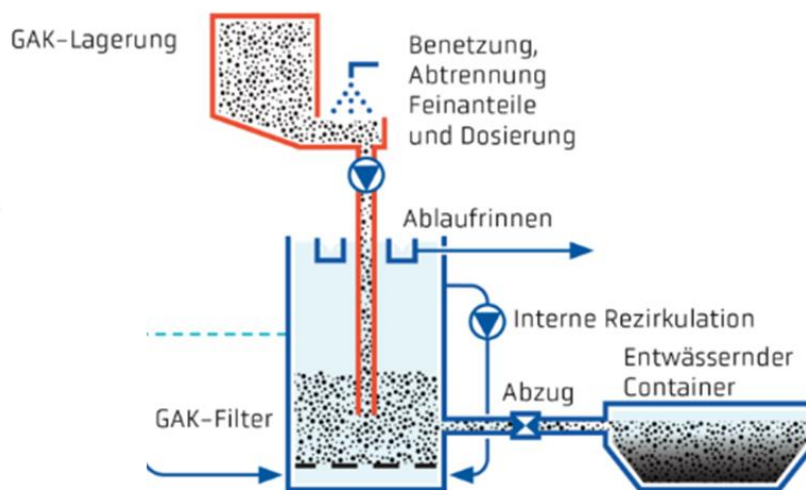


Abbildung 3: Funktion  $\mu$ GAK Schwebebett-Reaktor (Prinzipskizze VSA)

Die EMV wird durchgehend zweistrassig aufgebaut. Jede Strasse hat 12 eigenständige Reaktoren, die aus einem Zulaufsee gespeist werden und in einen Ablaufsee fließen. Sowohl die beiden Zulaufseen und die beiden Ablaufseen können bei Bedarf miteinander kommunizieren, werden aber im Normalfall eigenständig betrieben. Beide besitzen einen Notüberlauf.

Für die GAK-Logistik stehen zwei  $\mu$ GAK-Silos für die frische  $\mu$ GAK und zwei  $\mu$ GAK-Bunker für die beladene  $\mu$ GAK zur Verfügung. Die Silos wie auch die Bunker sind je einer EMV-Strasse zugeordnet, können aber auch wechselseitig genutzt werden.

## 5.1 Dimensionierung $\mu$ GAK Reaktor

Für die Dimensionierung der Schwebepbettreaktoren gelten die Dimensionierungsgrundlagen aus dem Kapitel 3. Weiter gelten folgende Auslegungsgrundlagen in Tabelle 3:

Tabelle 3: Auslegungsgrundlagen EMV-Reaktor

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Konfiguration und Abmessungen	<b>Anzahl Reaktoren und Strassen</b>			
	Anzahl Strassen	#	2	
	Anzahl Reaktoren pro Strasse	#	12	
	Anzahl Reaktoren Gesamt	#	24	
	<b>Grösse Reaktoren</b>			
	Breite	m	5.75	
	Länge	m	6.1	
	Fläche	m <sup>2</sup>	35.075	
	Wasserhöhe	m	5	
	Volumen	m <sup>3</sup>	175.375	
	<b>Gesamt</b>			
	Fläche pro Strasse	m <sup>2</sup>	420.9	
	Fläche Gesamt	m <sup>2</sup>	841.8	
Hydraulik	Volumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	2104.5	
	Volumen Gesamt	m <sup>3</sup>	4209	
	<b>Steiggeschwindigkeiten Schwebepbettreaktor</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
Zelle	Betrieb Spülung.	m/h l/s	35 341.0	
	<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

## 5.2 Laststufen der EMV

Über die Dimensionierungsgrundlagen (Tabelle 2) und die Rahmenbedingungen (Tabelle 3) ergeben sich folgende Laststufen für die EMV:

Tabelle 4: Laststufen EMV  $Q_{RW}$  bis Nachtminima mit dem Betrieb von 24 bis 2 Reaktoren

N= 24 Reaktoren	Fläche m <sup>2</sup>	QRW 3500 l/s		QRW ohne Rückläufe 3300 l/s		QTW 1200 l/s		Nachtminima mit Rezi 800 l/s		Nachtminima 300 l/s	
		Steiggeschwindigkeit m/h l/s		Steiggeschwindigkeit m/h l/s		Steiggeschwindigkeit m/h l/s		Steiggeschwindigkeit m/h l/s		Steiggeschwindigkeit m/h l/s	
N	842	15.0	146	14.1	138	5.1	50				
N-1	807	15.6	152	14.7	143	5.4	52				
N-2	772	16.3	159	15.4	150	5.6	55				
N-3	737	17.1	167	16.1	157	5.9	57				
N-4	702	18.0	175	16.9	165	6.2	60				
N-5	666	18.9	184	17.8	174	6.5	63				
N-6	631	20.0	194	18.8	183	6.8	67				
N-7	596	21.1	206	19.9	194	7.2	71				
N-8	561	22.5	219	21.2	206	7.7	75	5.1	50		
N-9	526	23.9	233	22.6	220	8.2	80	5.5	53		
N-10	491	25.7	250	24.2	236	8.8	86	5.9	57		
N-11	456	27.6	269	26.1	254	9.5	92	6.3	62		
N-12	421	29.9	292	28.2	275	10.3	100	6.8	67		
N-13	386					11.2	109	7.5	73		
N-14	351					12.3	120	8.2	80		
N-15	316					13.7	133	9.1	89		
N-16	281					15.4	150	10.3	100		
N-17	246					17.6	171	11.7	114		
N-18	210					20.5	200	13.7	133	5.1	50
N-19	175					24.6	240	16.4	160	6.2	60
N-20	140					30.8	300	20.5	200	7.7	75
N-21	105							27.4	267	10.3	100
N-22	70									15.4	150
N-23	35									30.8	300

Lesebeispiel: Sind bei QTW (1200 l/s) 10 Reaktoren in Betrieb (N-14), so steht eine Grundfläche von 350 m<sup>2</sup> zur Verfügung, was einer Steiggeschwindigkeit von 12.3 m/h entspricht. Durch Zu- und Wegschalten von Reaktoren bei sich veränderndem Durchfluss kann die Steiggeschwindigkeit von 8-15 m/h eingehalten werden.

## 5.3 Dosierung und Lagerung $\mu$ GAK

Die Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen wird durchgehend zweistrassig geführt. Analog dazu wird auch die Dosierung und Lagerung der  $\mu$ GAK zweistrassig geführt. 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 5: Dosiermenge von µGAK

	Aktivkohle -	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Kohle	<b>Eingesetzte Kohle - Spezifikation MikroGAK</b>			
	Korngrösse	US mesh	20x50	Kohle Chemviron
	Art	-	Steinkohle	
	Spezifisches Gewicht trocken	kg/m3	425	
	Spezifisches Gewicht nass	kg/m3	750.0	
	Expansion bei Befüllung	%	+/- 10	
	Richtpreis 2020	CHF/t	+/- 1'800	
Kohleverbrauch	<b>Kohleverbrauch</b>			
	Mittlerer Abwasseranfall (Q <sub>TW</sub> )	m3/a	37'843'200	
		m3/d	103'680	
	Dosiermenge GAK/ Abwasser	mg/l	15	Garantiewert Stereau
	Verbrauch pro Jahr	kg/a	567'648	
		m3/a	1'336	
	Verbrauch pro Tag	kg/d	1'555	
	Verbrauch pro Tag	m3/d	3.7	
Transport GAK	<b>GAK - Allgemein - Transportgrundlagen</b>			
	Gesamtgewicht LKW	to	40	
	Leergewicht	to	15	
	Ladegewicht	to	25	pro Ladung
	Gesamtvolumen (max)	m3	25	
	<b>GAK - Liefermenge pro LKW</b>			
	GAK	m3	25	
	GAK	to	11	
	<b>GAK Lieferung - Intervall</b>			
	Vorrat bei einer Lieferung	d	3	
	Vorrat bei 2 Lieferungen	d	6	
Kohle-Silo	<b>Auslegung Silo Volumen</b>			
	Silo Grösse definiert	m3	60	2x Anlieferung + 10 % Expansion + 5 m3 Rest
	Anzahl Silos	#	2	
	Tage ohne Lieferung	d	15	(ca. 2 Wochen bei einem Silo Voll - ein silo leer)
	<b>Abmessungen Silo</b>			
	Durchmesser (innen)	m	4	
	Höhe (innen)	m	7	
	Volumen	m3	63	
	Gewicht Gesamt	to	37	

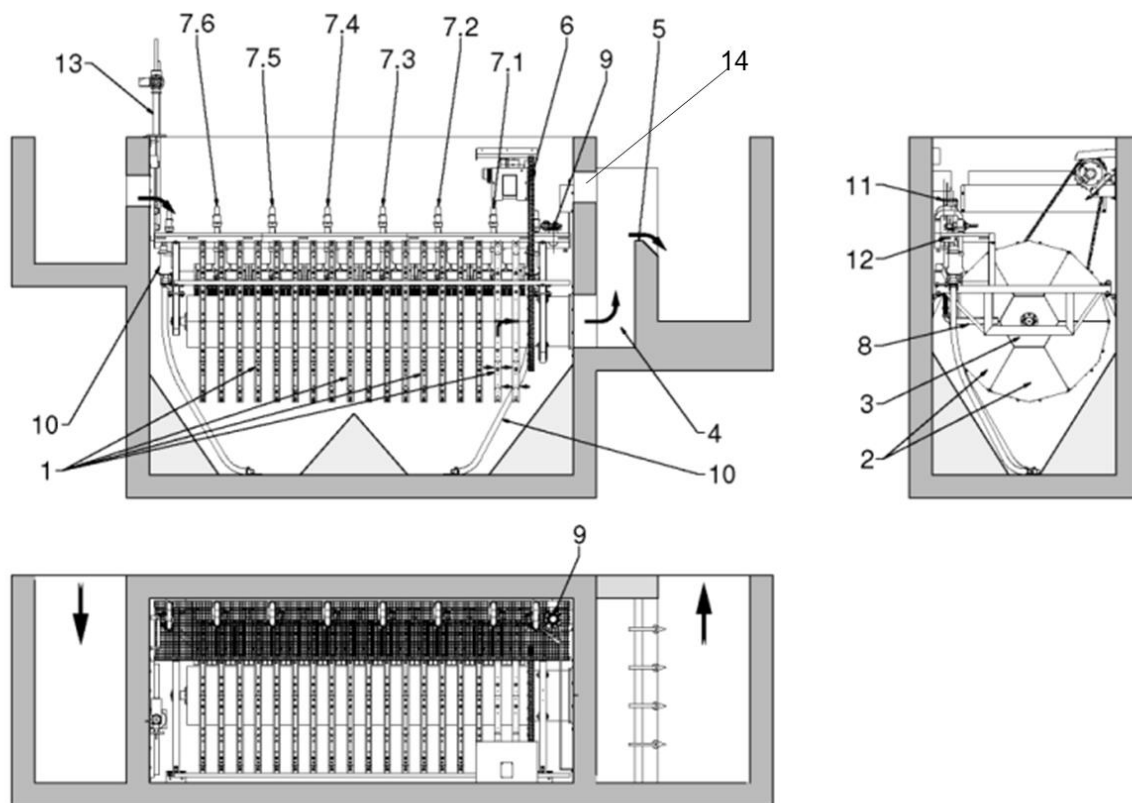
## 6 Polstofffiltration

Als Polzeifilter wird im Anschluss an die EMV und vor der Entlastung in die Aare eine Polstofffiltration als Scheibenfilter vorgesehen.

Das Abwasser wird im Freispiegel auf die Scheibenfilter zugeführt. Die Scheibenfilter sind in Betonbehältern eingebaut (siehe Abbildung 4). Das Wasser strömt durch das Filtertuch in die Filtersegmente (2), durch das Zentralrohr (3) in den Steigschacht (4). Aus dem Steigschacht überfällt das Wasser in den Ablaufkanal.

Die Scheibenfilter werden regelmässig über die Absaugbalken (8) von den auf dem Filter gebliebenen Feststoffen gereinigt. Dies erfolgt über die Filterabsaugpumpen (7), welche das Schlammwasser zusammen mit regelmässig abgesaugten Bodenschlamm (10) in die Schlammwasserbecken fördern.

Die Behälter der Scheibenfilter verfügen über einen internen Notüberlauf welcher bei Überflutung der Scheibenfilter direkt in den Ablaufkanal entlastet.



- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1 Filterscheiben     | 8 Absaugplatten                             |
| 2 Filtersegmente     | 9 Spülabwasser- und Bodenschlammrückführung |
| 3 Zentralrohr        | 10 Bodenschlammumpen                        |
| 4 Steigschacht       | 11 max. Niveau (Alarm)t                     |
| 5 Überfallkante      | 13 Wartungspodest                           |
| 6 Antriebsmotor      | 13 Zulaufschieber                           |
| 7 Filterabsaugpumpen | 14 Notüberlauf                              |

Abbildung 4: Scheibenfilter (Prinzipskizze Mecana, ergänzt mit Notüberlauf)

## 6.1 Dimensionierung Polstofffiltration

Für die Dimensionierung der Schwebebettreaktoren gelten die Dimensionierungsgrundlagen aus dem Kapitel 3. Die Auslegungsgrundlagen in Tabelle 6 stammen aus der Offerte der Mecana Umwelttechnik GmbH.

Tabelle 6: Auslegungsgrundlagen Polstofffiltration

	Parameter	Einheit	Auslegung	Bemerkungen
Belastung Filtration	Q Trockenwetter	l/s	1200	
	Q max exkl. Rückläufe	l/s	3300	
	<b>Q max inkl. Rückläufe</b>	<b>l/s</b>	<b>3500</b>	inkl. 200 l/s Rückläufe
	Q Nachtminimum	l/s	300	
	<b>Feststoffbelastung</b>			
	GUS ab EMV erwartet	mg/l	7	erwartete GUS-Ablaufkonzentration
	GUS ab EMV hoch	mg/l	14	
	GUS ab EMV max	mg/l	22	für Dimensionierung genutzter Wert
Konfiguration und Abmessungen	<b>Anzahl Reaktoren und Strassen</b>			
	Anzahl Strassen	#	2	
	Anzahl Filter pro Strasse	#	7	
	Anzahl Reaktoren Gesamt	#	14	Filtertyp Mecana SF 18/90
	<b>Details Scheibenfilter</b>			
	Anzahl Filterscheiben à 6 Filtersegmente	#	18	
	Filterfläche pro Filterscheibe	m <sup>2</sup>	5	
	Filterfläche pro Scheibenfilter	m <sup>2</sup>	90	18 Filterscheiben
	Scheibendurchmesser	m	2.1	
	Länge Scheibenfilter	m	5.52	
	<b>Gesamt</b>			
	Filterfläche pro Strasse	m <sup>2</sup>	630	
	Filterfläche Gesamt	m <sup>2</sup>	1260	
Hydraulik	Volumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	38.64	
	Volumen Gesamt	m <sup>3</sup>	77.28	
	<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	

## 6.2 Laststufen der Filtration

Im Gegensatz zur Carboplus-Stufe muss bei der Filtration keine Mindestbelastung eingehalten werden, d.h. die Filtrationszellen können auch mit tieferer Beaufschlagung betrieben werden. Vorgeschlagen wird aber auch hier ein an den Wasseranfall angepasstes Regime, welches Filtrationseinheiten zu- resp. wegschalten kann.

## 7 Massenbilanz

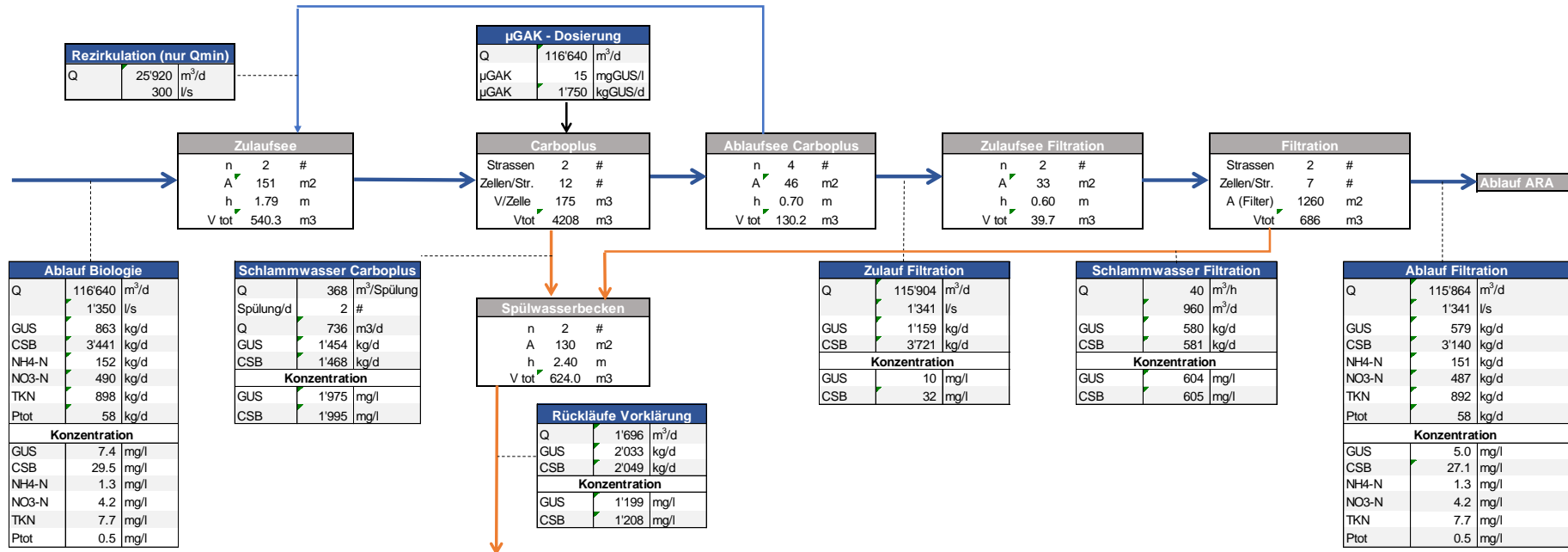


Abbildung 5: Massenbilanz Mittelwert EMV-Stufe



## 8 Notfallkonzept

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.

## 9 Literaturverzeichnis

814.201, S. (01.05.2017). *Gewässerschutzverordnung. 01.05.2017.*

AWA (Amt für Wasser und Abfall). (Januar 2020). *Mikroverunreinigungen: Massnahmen an Kläranlagen schützen Gewässer im Kanton Bern.*

BAFU. (2016). *Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen.* Bern: BAFU.

Meyer, D. (2020). *Wenn Kohle lebt...* Aqua&Gas 2/20: 15-18.

SR 814.20. (01.01.2016). *Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer.*

VSA. (2015). *Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungs-stufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen.*

