

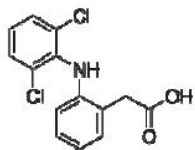
PAK-Dosierung auf Biofilter, Versuche auf der ARA Fribourg

Präsentation der Versuche an der Forschungsgruppe Micropoll VSA

25.04.2018

Raphaël Casazza (Triform)

Marie Horisberger (Triform)



Inhalt

1. Einleitung
2. Ziele und Versuchsaufbau
3. Ergebnisse
4. Fazit
5. Fragen

1. Einleitung

Vorstudie

2016-2018

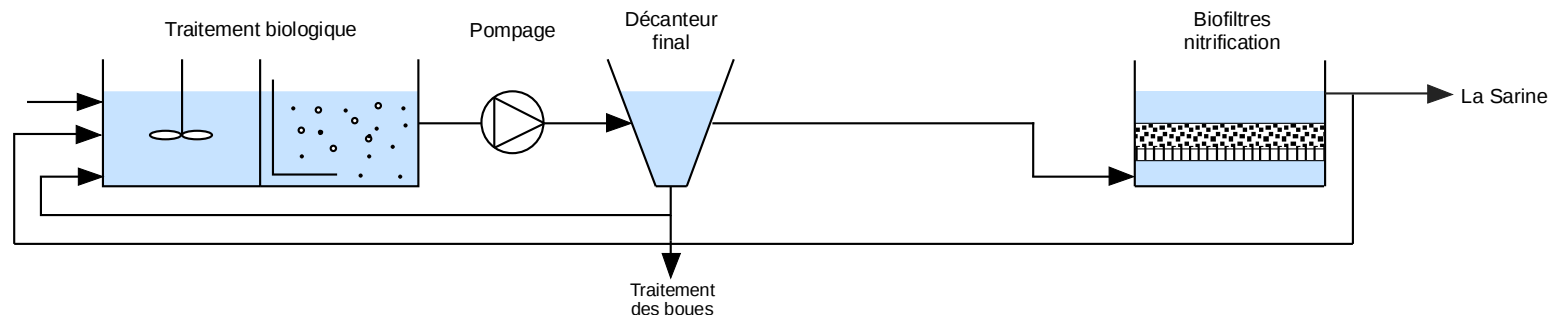
- Standort und Rahmenbedingungen
- Dimensionierungswassermenge
- Mögliche Varianten
- Berücksichtigte Varianten
- Versuche
- Fazit und Variantenvorschläge für das Vorprojekt

1. Einleitung

Vorstudie – Rahmenbedingungen

Heutige Behandlungskette

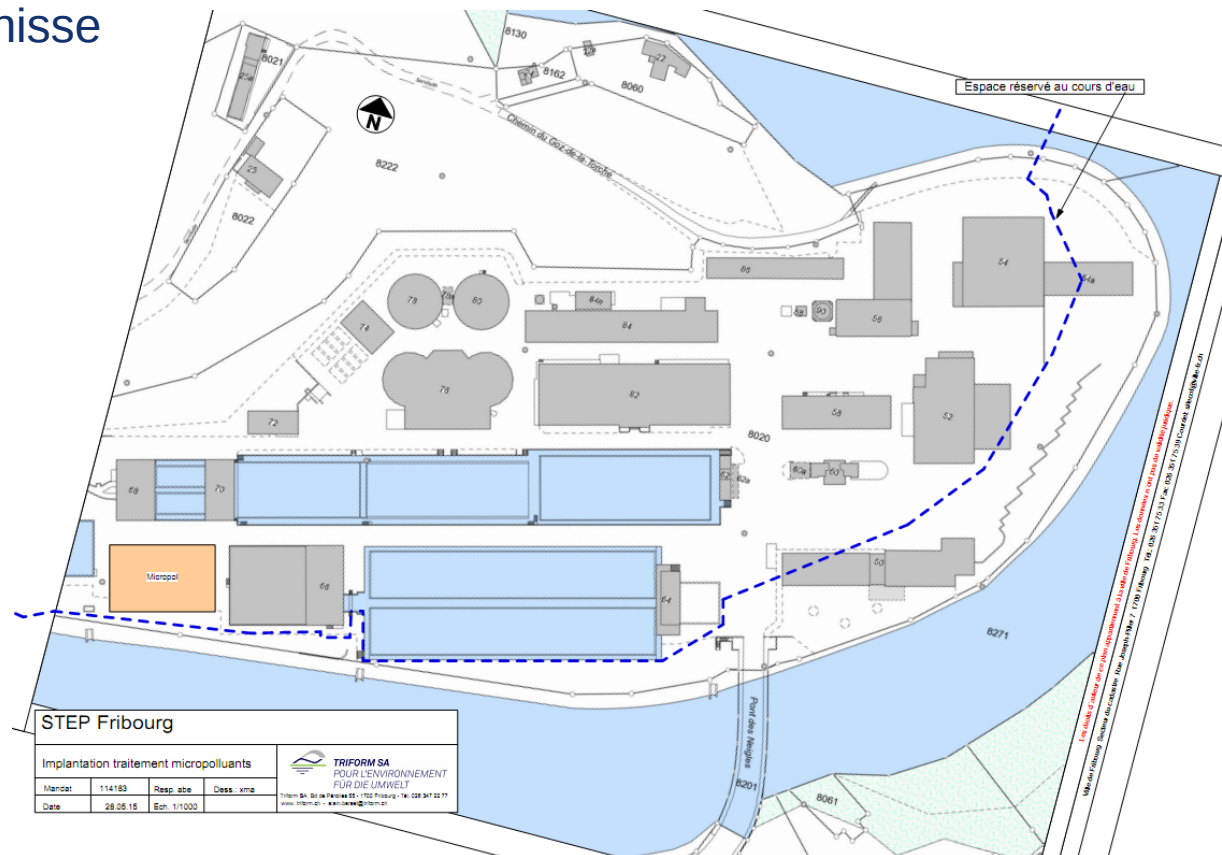
- Nitrifikation auf Biofiltern nach Nachklärung → ARA-spezifisch
- Rezirkulation Ablauf Biofiltration → Zulauf Biologie (0 bis 200% von QTW)
Konstante Beschickung der Biofilter bei QTW



1. Einleitung

Vorstudie – Rahmenbedingungen

- Enge Platzverhältnisse



1. Einleitung

Vorstudie – Mögliche Varianten

- Oxidationsprozesse (Ozon)
- Adsorption auf PAK (Pulveraktivkohle)
- Adsorption auf GAK (granulierte Aktivkohle)
- Kombinierte Verfahren

1. Einleitung

Vorstudie – Berücksichtigte Varianten

N°	Variante	Essais en cours en Suisse	Essais recommandés à la STEP de Fribourg
1	Ozonation + traitement tertiaire	Projet Re Treat EAWAG	Test ozonation en laboratoire (bromures) avec les eaux usées d'entrée
5	Dosage CAP en biologie + filtration sur biofiltres / sur les biofiltres directement		Essais sur une cellule biofiltre
7	Adsorption sur CAG ou autre système (filtre à CAG, Carboplus, Pulsagreen®, Filtraflo Carb®,)	Filtre CAG Bülach CAG en lit fluidisé (Carboplus®) Penthaz	Autre système?

2. Ziele und Versuchsaufbau

Ziele

- Messung der Filtrationswirkung der PAK (Simulation der Dosierung in die Biologie)
- Messung der Retentionswirkung der PAK (Simulation der Dosierung in den Zulauf der Biofiltration)
- MV-Eliminationsleistung der PAK (Dosierung Zulauf der Biofiltration)
- Einflüsse auf die Nitrifikation prüfen
- Überwachung der Druckverluste in den Biofiltern in Bezug zur PAK
- Überwachung der PAK-Elimination bei der Spülung und allfällige PAK-Verluste (controller)
- PAK-Anteil des GUS im ARA-Ablauf

2. Ziele und Versuchsaufbau

Partner

- ARA Fribourg



- Suez – Degrémont (Frankreich)



- Triform SA



2. Ziele und Versuchsaufbau

Kostenschätzung und Finanzierung der Versuche

Kosten: ~300'000 CHF

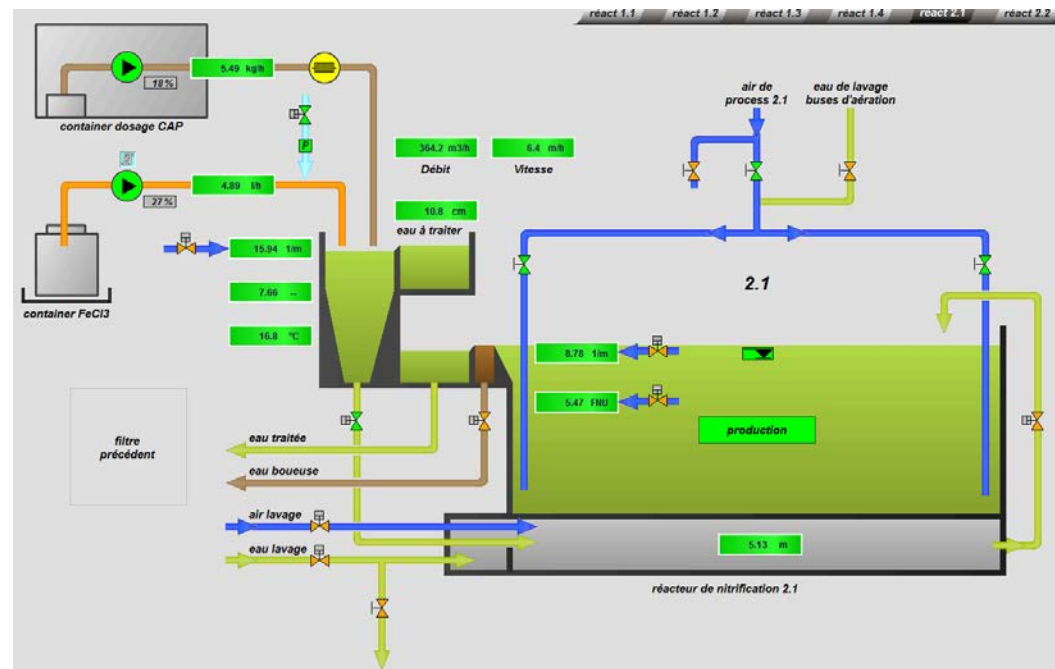
Finanzierung:

- Stadt Fribourg
- Suez-Degrémont (Eigenleistung)
- BAFU-Abgeltung im Fall einer Realisierung wahrscheinlich (75%, einschliesslich Pilotversuche, berücksichtigte Elemente von Fall zu Fall definiert)
- VSA : thermogravimetrische Analysen

2. Ziele und Versuchsaufbau

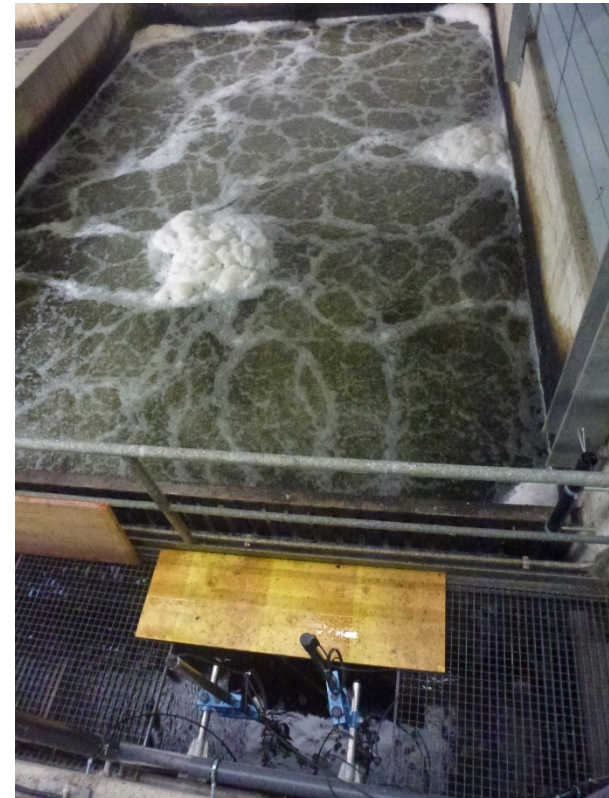
Einrichtungen

- Container PAK-Dosierung (SCHAUB)
- FeCl_3 -Dosierung
- UV-Sonden Zu- und Ablauf
- Trübungssonde im Ablauf
- Zulaufmengenmessung
- Temperatur, pH



Reaktionsmittel: Pulveraktivkohle NORIT Sae Super

2. Ziele und Versuchsaufbau



Biofor Test und
Instrumentation

2. Ziele und Versuchsaufbau

Eisenchlorid-Dosierung



2. Ziele und Versuchsaufbau

PAK-Dosierung



2. Ziele und Versuchsaufbau

PAK-Dosierung

Phase	PAK Dosierung [mg/L]	Ziel	Probe
0	0	Etat initial	0.1 15-17.11.2016 0.2 20-22.11.2016 0.3 22-24.11.2016
1	1.5	Filtrationswirkung	1.1 10-12.12.2016 1.2 12-14.12.2016 1.3 14-16.12.2016
2	15	Retentionswirkung und MV- Eliminationsleistung	2.1 20-22.03.2017 2.2 22-24.03.2017 2.3 27-29.03.2017
3	10 ou 20	Retentionswirkung und MV- Eliminationsleistung	3.1 24-26.06.2017 3.2 26-28.06.2017 3.3 02-04.07.2017

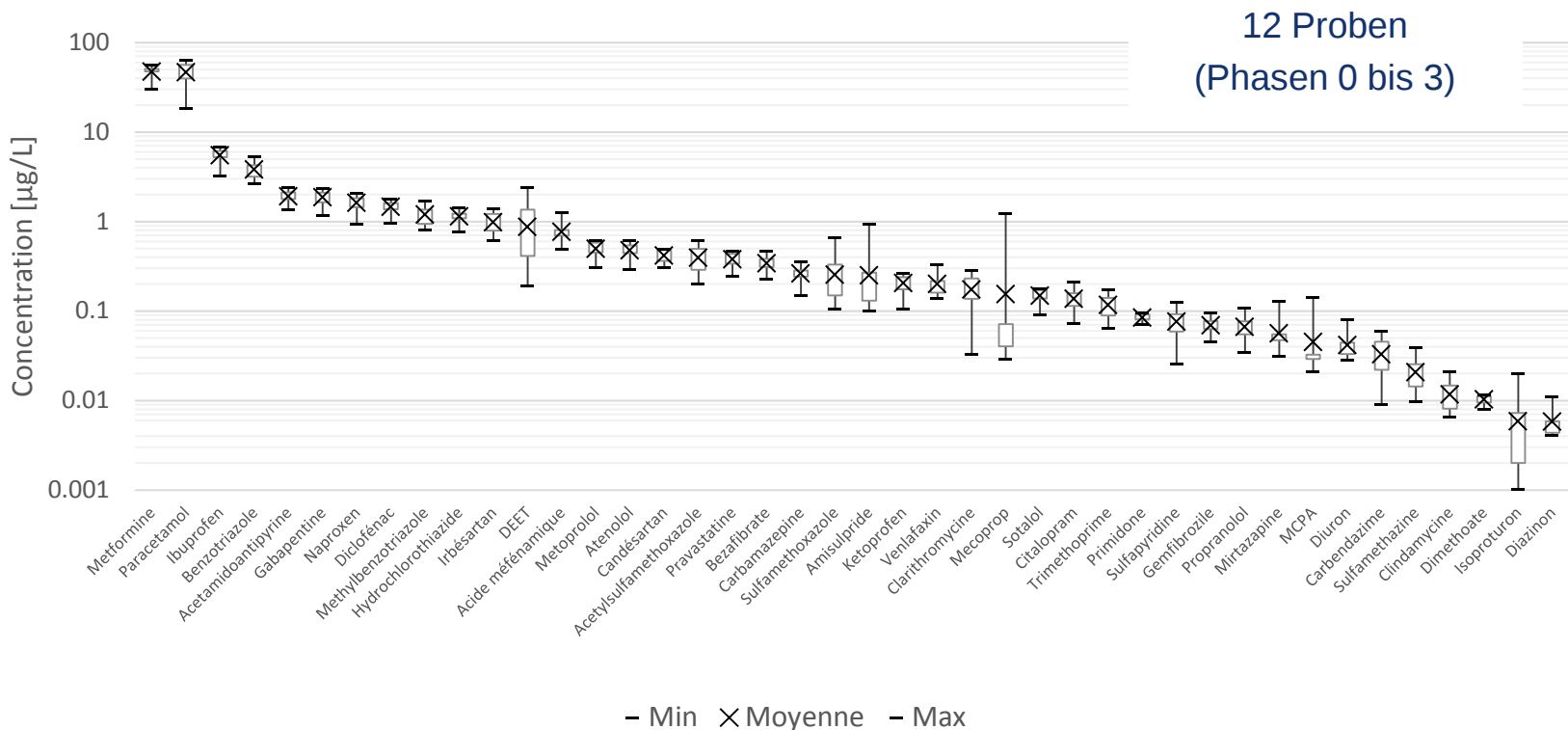
Versuch mit FeCl₃-Zugabe

3. Ergebnisse

Charakterisierung des Rohabwassers

Mikroverunreinigungen

- 42 Substanzen, analysiert im DGE-Labor (Kanton Waadt)

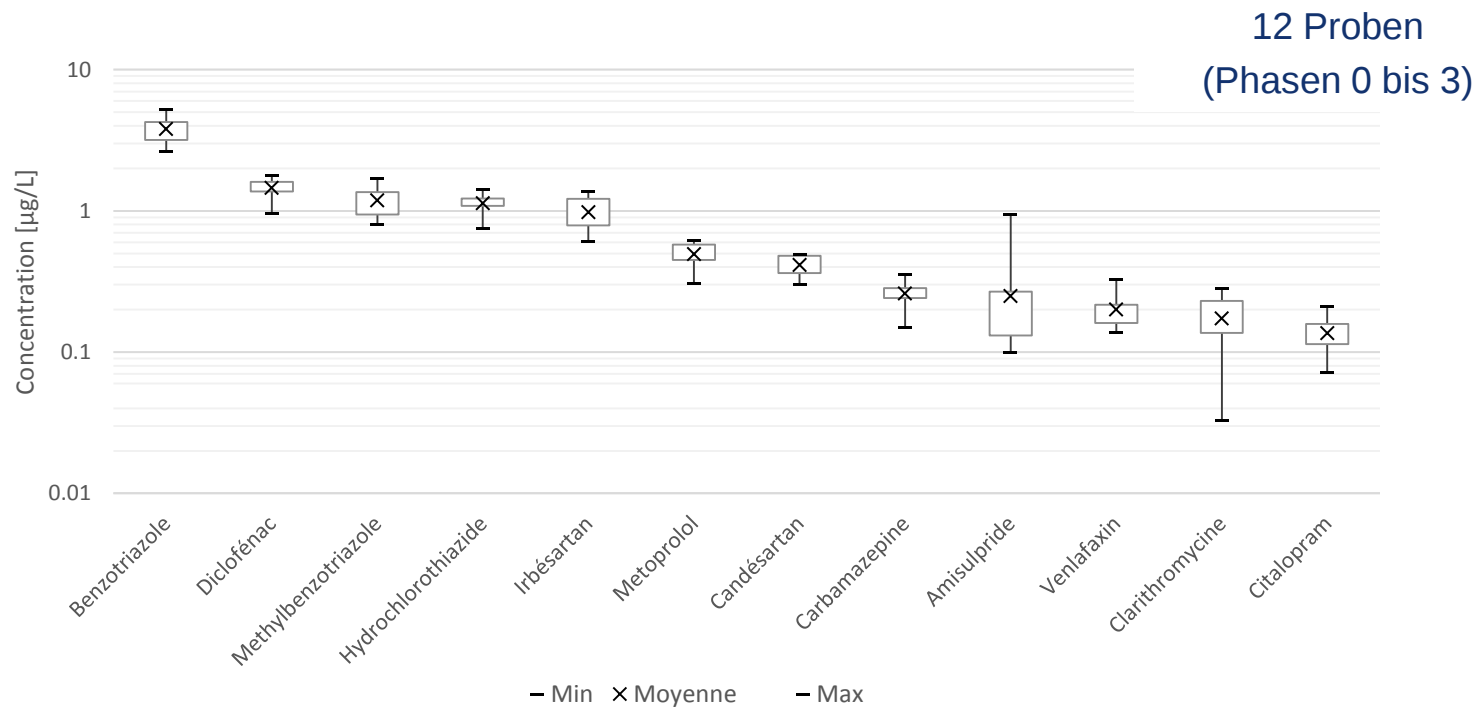


3. Ergebnisse

Charakterisierung des Rohabwassers

Mikroverunreinigungen

- 12 Substanzen für die Bilanzierung (UVEK-Verordnung)



3. Ergebnisse

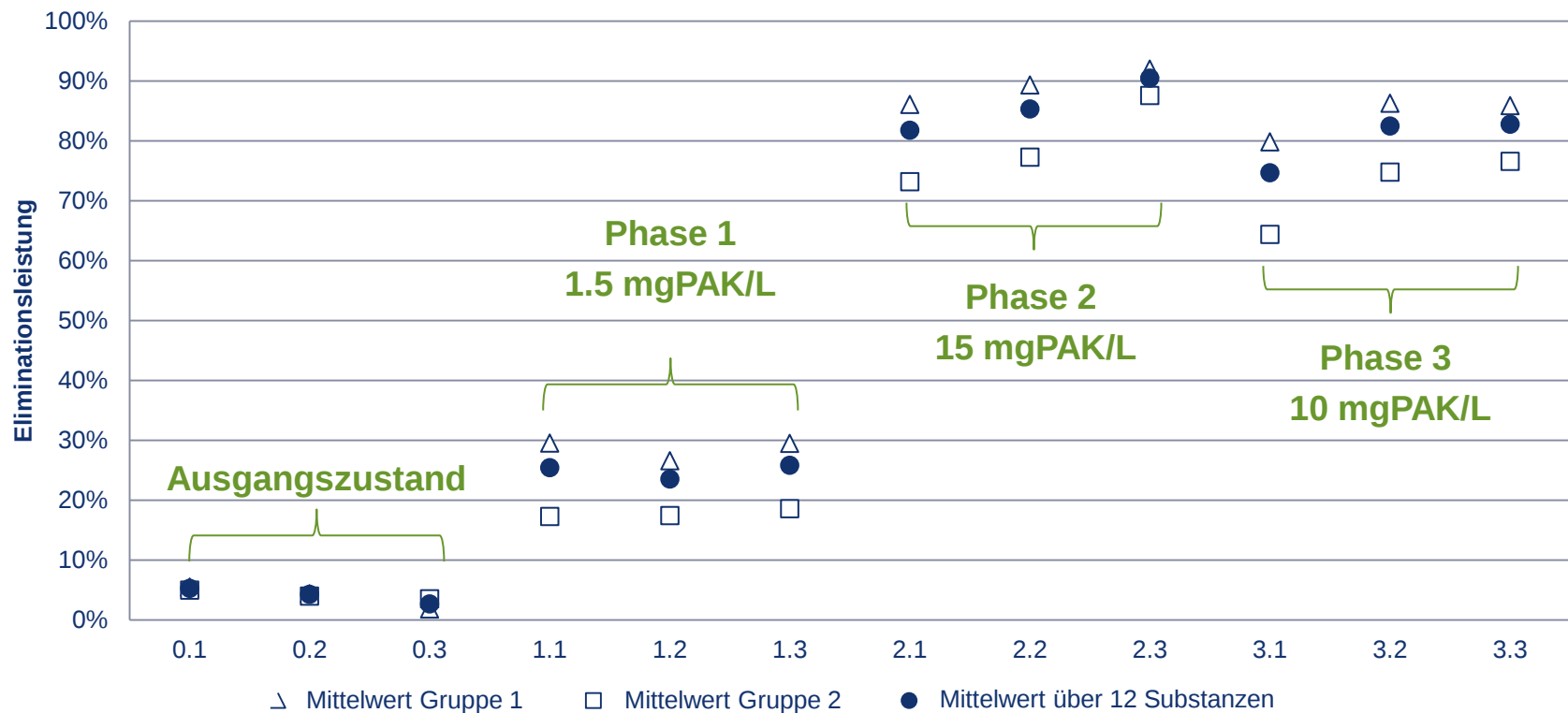
Dosierten Mengen

- Phase 1 : $1.5 \text{ g/m}^3 \approx 0.2 \text{ gPAK/gDOC}$
- Phase 2 : $15 \text{ g/m}^3 \approx 2.1 \text{ gPAK/gDOC}$
- Phase 3 : $10 \text{ g/m}^3 \approx 1.4 \text{ gPAK/gDOC}$

3. Ergebnisse

Eliminationsleistung Mikroverunreinigungen

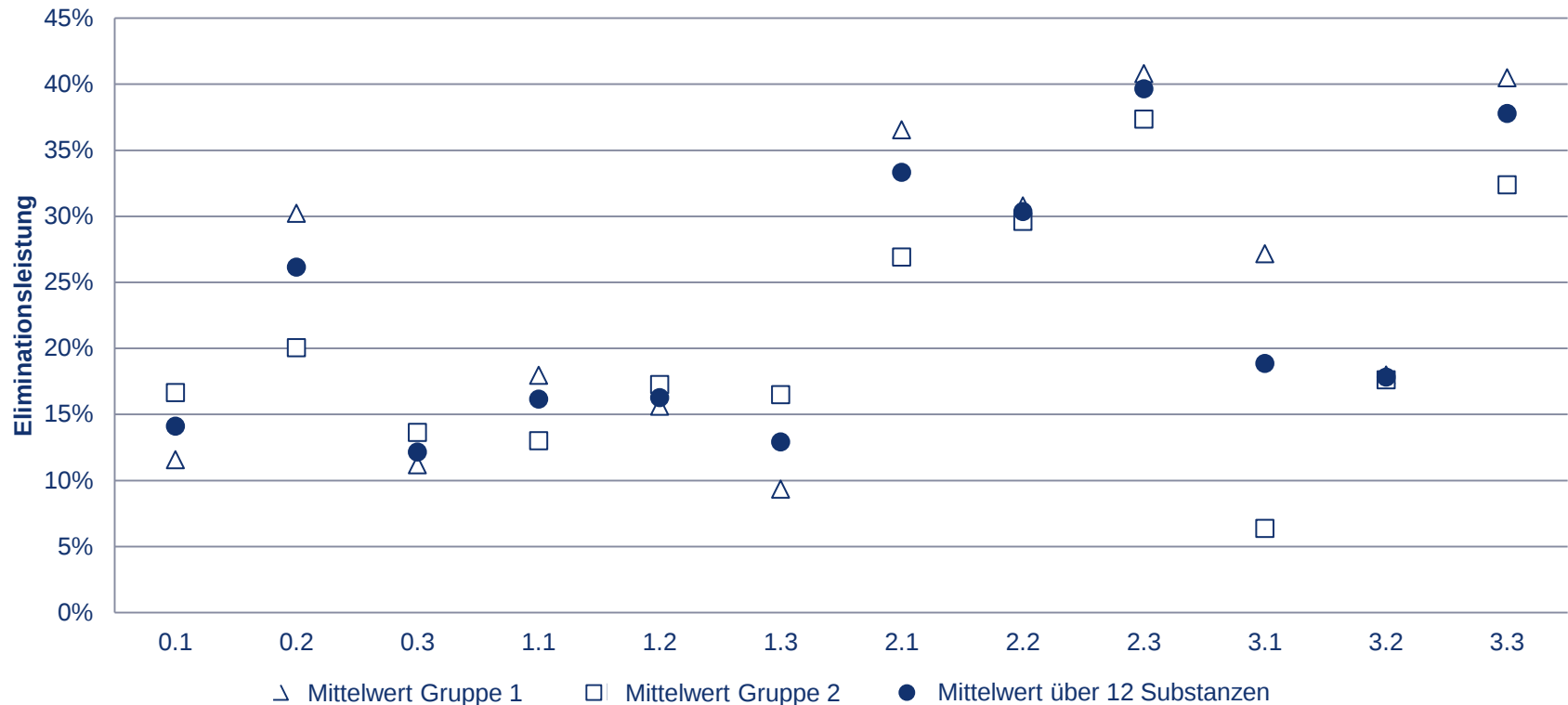
Eliminationsleistung Biofor (61-91)



3. Ergebnisse

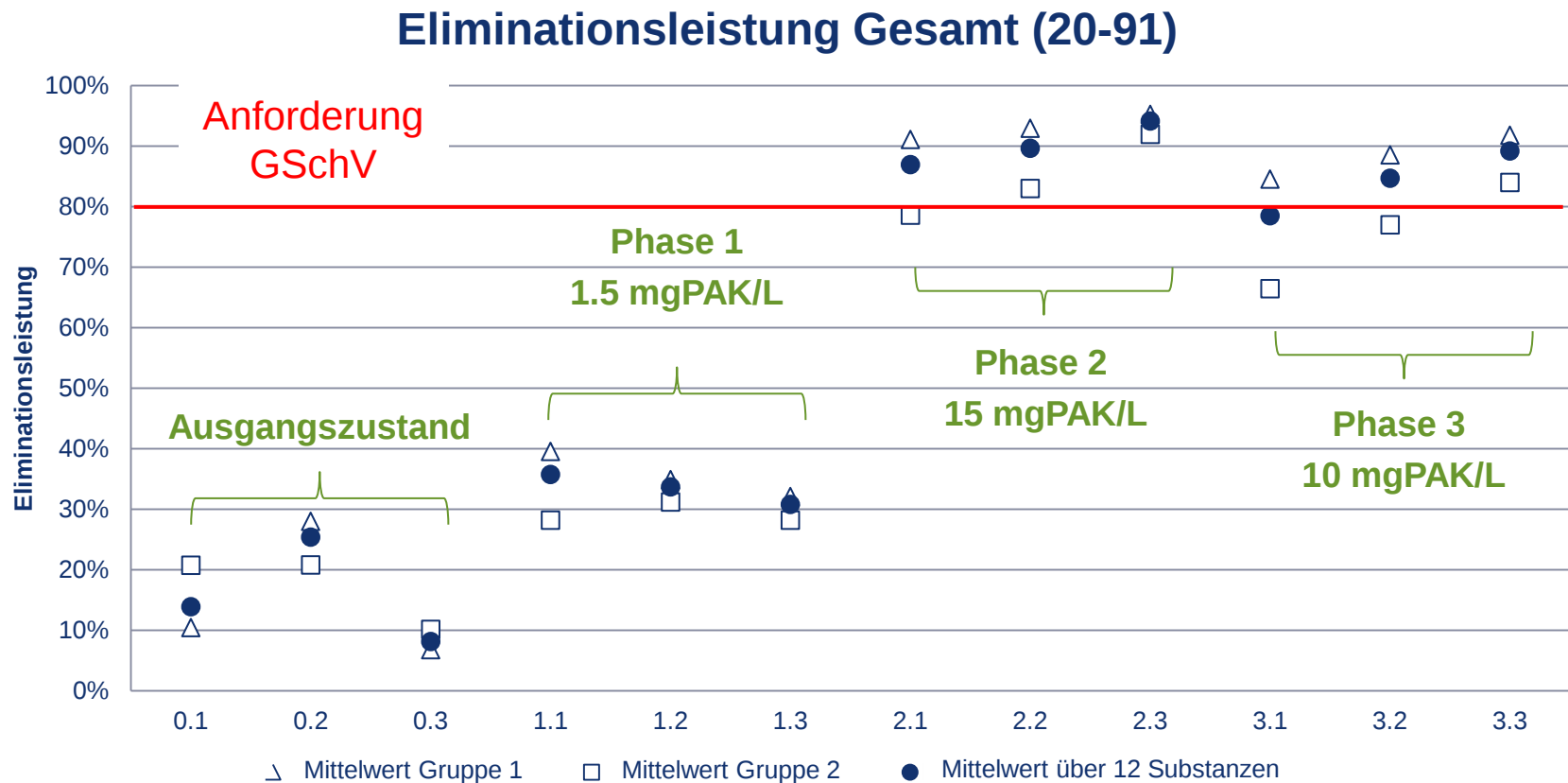
Eliminationsleistung Mikroverunreinigungen

Eliminationsleistung Biologie (20-61)



3. Ergebnisse

Eliminationsleistung Mikroverunreinigungen



3. Ergebnisse

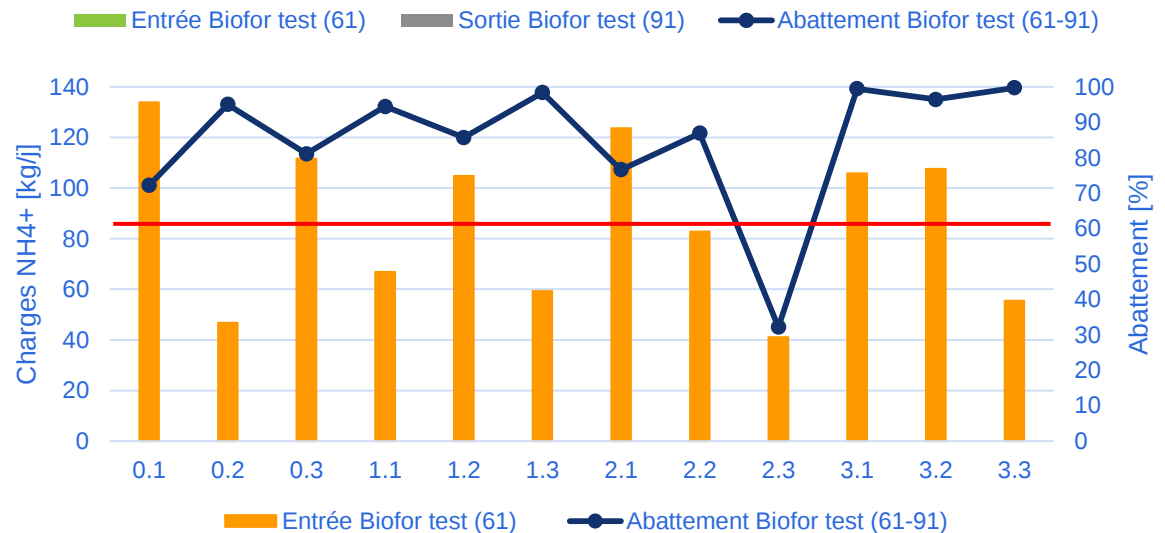
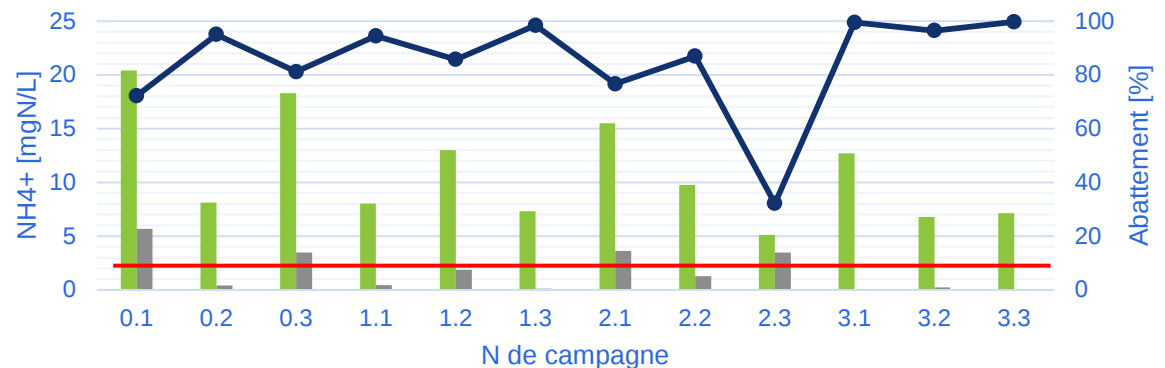
Leistungssteigerung innerhalb einer Phase

- Einfluss der Teilrezirkulation der PAK durch Rückführung des Biofor-Ablaufes
- Einfluss der Teilrezirkulation der PAK durch Rückführung des Schlammwassers in die Vorklärung
- Einfluss der Verdünnung des Rohabwassers durch Rückführung des Biofor-Ablaufes
- Stabilisierung des Prozesses

3. Ergebnisse

Nitrifikation

Bei Überlastung der Biofiltration wurden Grenzwerte und Eliminationsleistungen nicht eingehalten, unabhängig von der PAK-Dosierung.

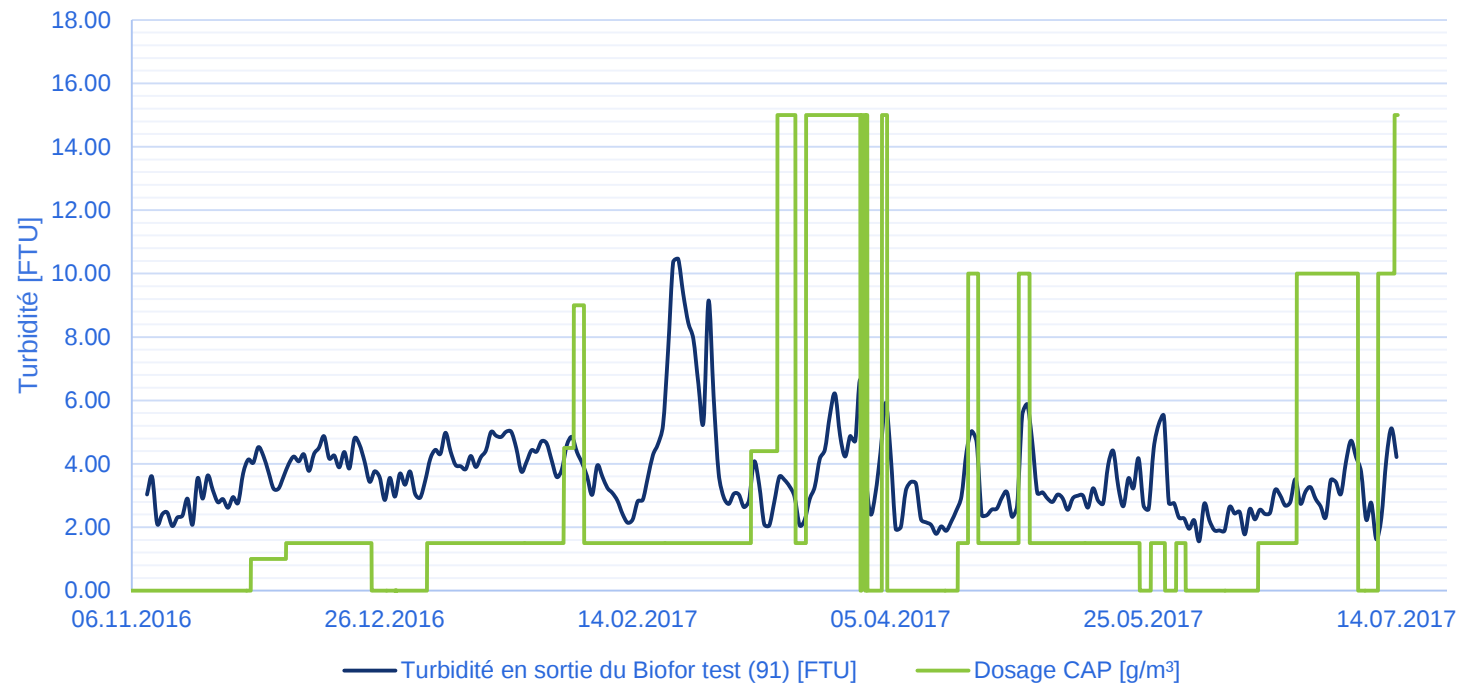


3. Ergebnisse

Trübung und GUS

Trübungssonde im Ablauf

Korrelation Trübung – GUS:
 $1.6 \cdot \text{Trübung [FTU]} \approx \text{GUS [mg/L]}$



3. Ergebnisse

Trübung und GUS

Fotos der Filtrerrückstände (0.45µm)

1.5 gPAK/m³



61 : Zulauf Test-Biofor

91 : Ablauf Test-Biofor

GUS 61: 8 mg/L

GUS 91: 7 mg/L

10 gPAK/m³



GUS 61: 11 mg/L

GUS 91: 11.5 mg/L

15 gPAK/m³



GUS 61: 8 mg/L

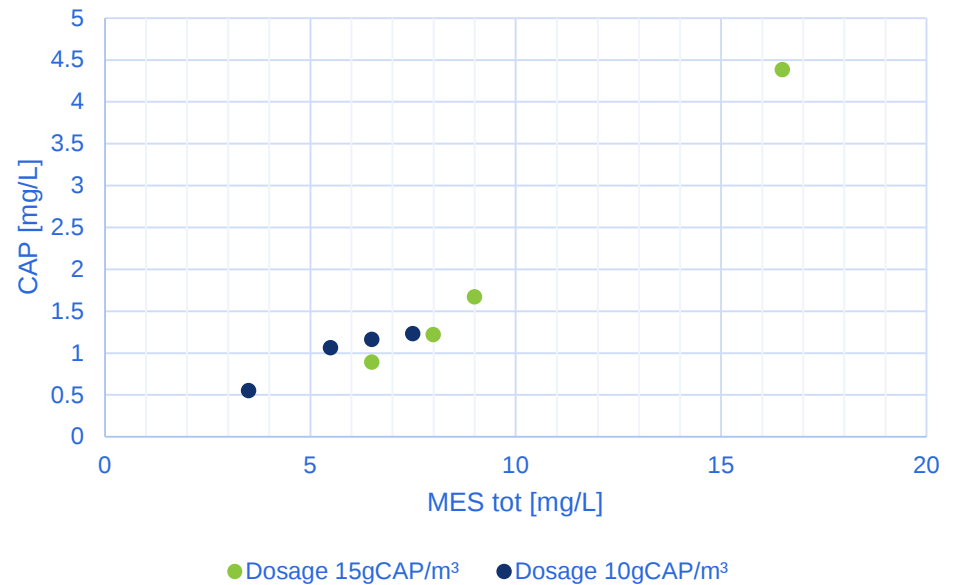
GUS 91: 8.5 mg/L

3. Ergebnisse

Thermogravimetrische Analysen (*FHNW, Therese Krahnstöver*)

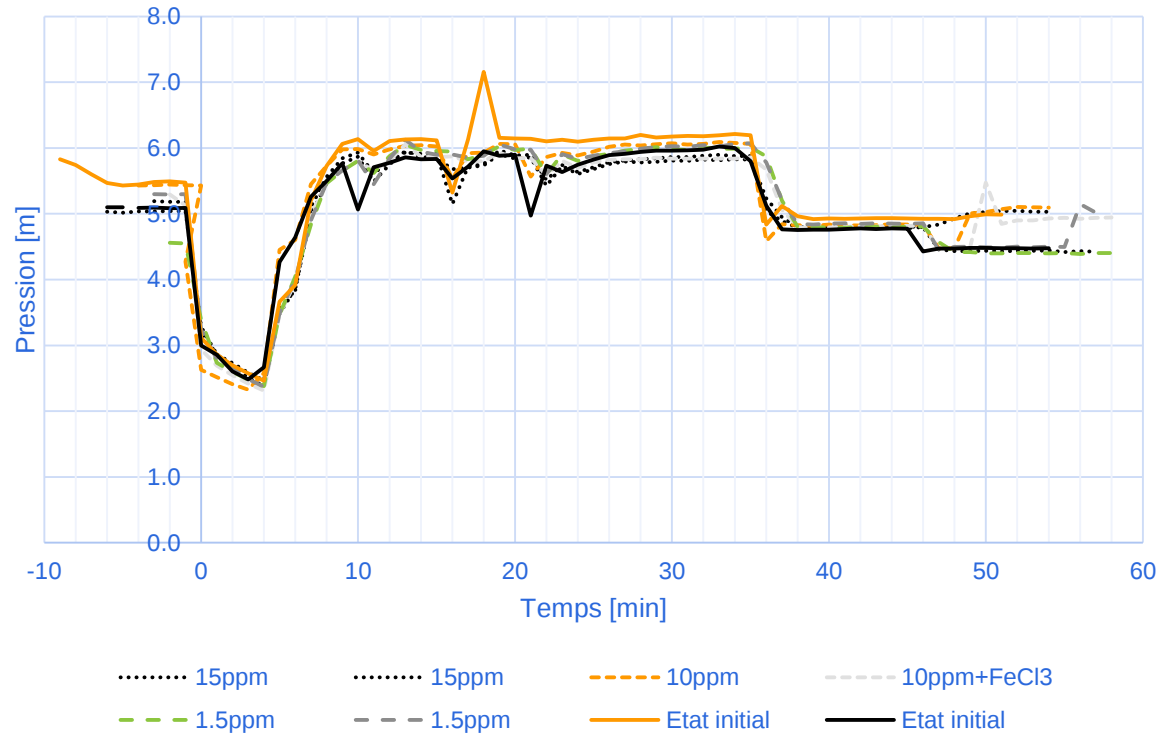
8 Proben

Mittelwert PAK-Anteil im GUS = $17\% \pm 2$



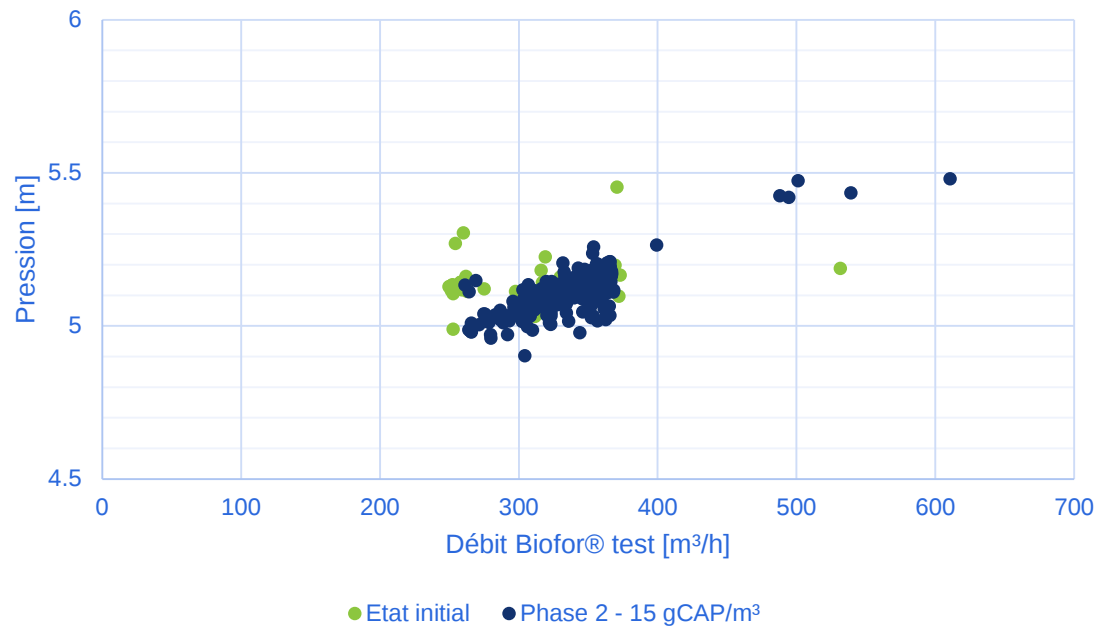
3. Ergebnisse

Drucke bei Spülung



3. Ergebnisse

Drucke bei Filtration



- Keine Unterschiede bei Druckprofile gegenüber Ausgangszustand

4. Fazit und Ausblick

- Eliminationsleistung der Mikroverunreinigungen ✓
- Nitrifikation → Keine Einflüsse durch Kohlendosierung ✓
- Filtration- und Retentionseffekte der PAK durch Biofor® → höhere Trübungs- und GUS-Werte im Ablauf, jedoch Einhaltung der GUS-Grenzwerte bei 15 mgPAK/L ✓
- PAK-Anteil im GUS → ~ → **allenfalls nachgeschaltete Filtration**
- Betrieb des Biofor® → gute Retentionsfähigkeiten und gute Spülung, Druckprofile unverändert, keine Verstopfungen, keine Anhäufung der unerwünschten Kohle ✓

4. Fazit und Ausblick

Offene Fragen

- Dosierung bei 6-8 Biofor® im stabilen Zustand?
- Langzeiteinfluss der Kohle im Biofor®?
- Wie werden die BAFU-Bedingungen bezüglich Aktivkohle im GUS im Ablauf? Nachgeschaltete Filtration erforderlich?

4. Fazit und Ausblick

Ausblick EMV-Projekt Fribourg

- Versuche
 - Befriedigende Ergebnisse
 - Mitteilung der Ergebnisse via VSA-Plattform micropoll.ch
- Vorstudie
 - Eignung der Ozonung (Ergebnisse für 2-3 Monate liegen vor → i.O.)
 - Variantenauswahl für Vorprojekt
- Vor- und Bauprojekte (2018-2020)
- Realisierung im 2021-2023 ?

5. Fragen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpersonen:

Marie Horisberger

marie.horisberger@triform.ch

026 347 22 76

Raphaël Casazza

raphael.casazza@triform.ch

026 347 22 85

www.triform.ch

Mitglied der IG Mikropower www.mikropower.ch



[*www.triform.ch*](http://www.triform.ch)

Assainissement des eaux
Epuration des eaux usées
Hydrologie - Hydraulique

Sites contaminés
Protection des sols
Etudes et expertises

Protection contre le bruit
Environnement industrie
Déchets