

# Aktueller Stand Spurenstoffelimination auf ARA in der Schweiz

Aline Meier, Julie Grelot,  
Pascal Wunderlin

VSA Plattform «Verfahrenstechnik  
Mikroverunreinigungen»



Kantonale Tagung für das zürcherische Klärwerkpersonal 2017

## Inhalt



### 1 Übersicht Projekte

### 2 Verfahrenstechnik-News

### 3 Erfa-Gruppen

# Gezielter Ausbau – Kriterien 1 bis 4



## Schutz der aquatischen Ökosysteme

1

- ARA > 8'000 E. in Fließgewässerabschnitten mit einem hohen Abwasseranteil (>10%)



## Schutz der Trinkwasserressourcen

- ARA > 24'000 E. in See - Einzugsgebieten
- ARA > 8'000 E. in Karstgebieten



## Oberliegerverantwortung / Frachtreduktion

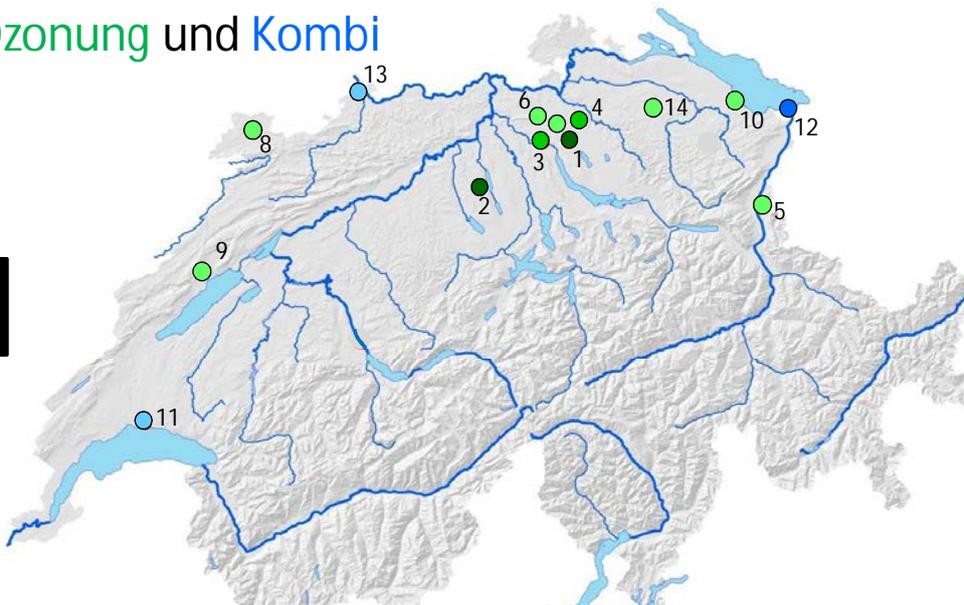
- ARA > 80'000 E.



3

## Ozonung und Kombi

1



- Ozon
- In Betrieb
  - Im Bau
  - In Planung

- Kombi
- In Betrieb
  - Im Bau
  - In Planung

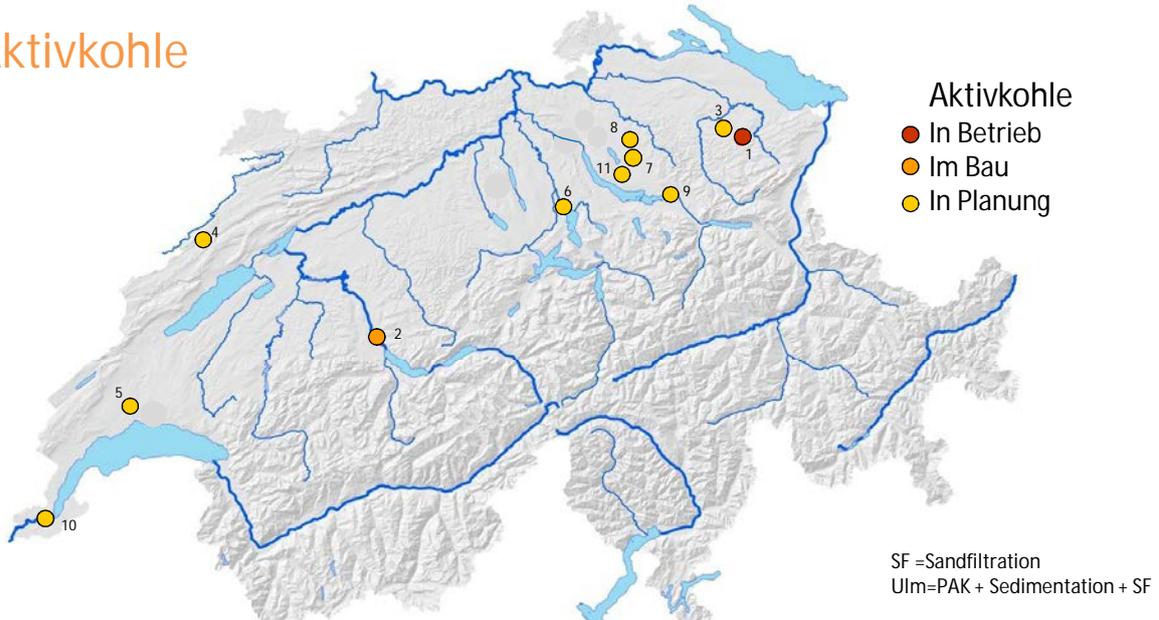
	Kläranlage	Verfahren		Kläranlage	Verfahren
1	Neugut, Dübendorf	O <sub>3</sub> + SF	8	Porrentruy	O <sub>3</sub> + SF
2	Reinach, Oberwynental	O <sub>3</sub> + SF	9	Neuchâtel	O <sub>3</sub> + SF
3	Werdhölzli	O <sub>3</sub> + SF	10	Morgental (+ Hofen)	O <sub>3</sub> + SF
4	Bassersdorf	O <sub>3</sub> + SF	11	Vidy, Lausanne	O <sub>3</sub> + PAK + SF
5	Furthof, Buchs	O <sub>3</sub> + SF	12	Altenrhein	O <sub>3</sub> + GAK-Filtration
6	Niederglatt Fischbach	O <sub>3</sub> + SF	13	ProRheno, Basel	O <sub>3</sub> + PAK vor SF
7	Kloten Opfikon	O <sub>3</sub> + SF	14	Aadorf	O <sub>3</sub> + SF

SF = Sandfiltration  
O<sub>3</sub> = Ozonung

4

# Aktivkohle

1



Kläranlage	Verfahren		Kläranlage	Verfahren	
1	Bachwis, Herisau	Ulm	8	Fehraltorf	Ulm
2	Thunersee	Ulm	9	Lachen-Untermarch	PAK vor SF
3	Flawil Oberglatt	Ulm	10	Villette/Ocybele	GAK im Wirbel/Festbett
4	La Chaux-de-Fonds	PAK vor SF	11	Egg-Oetwil am See	PAK vor SF
5	Penthaz	GAK im Wirbelbett	12		
6	Schönau, Cham	PAK vor SF	13		
7	Flos, Wetzikon	PAK direkt in Biologie	14		

5

## ARA Reinach, Oberwynental - Ozonung in Betrieb



1

- 60'000 EW
- Max. 410 l/s

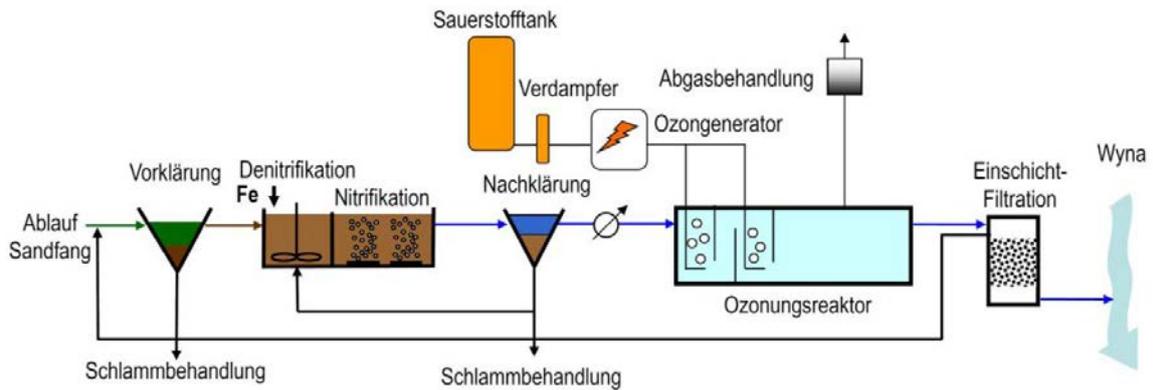


ARA Reinach, eigene Fotos

6

1

- 2-strassige Vollstrom-Anlage
- Nachgeschaltete Einschichtfiltration
- Pro Reaktor: zwei Begasungskammern und 17 + 7 Diffusoren
- Ozon wird in 6m Tiefe eingetragen
- Anlieferung von Flüssigsauerstoff



Fließschema ARA Reinach, Projektsteckbrief, [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

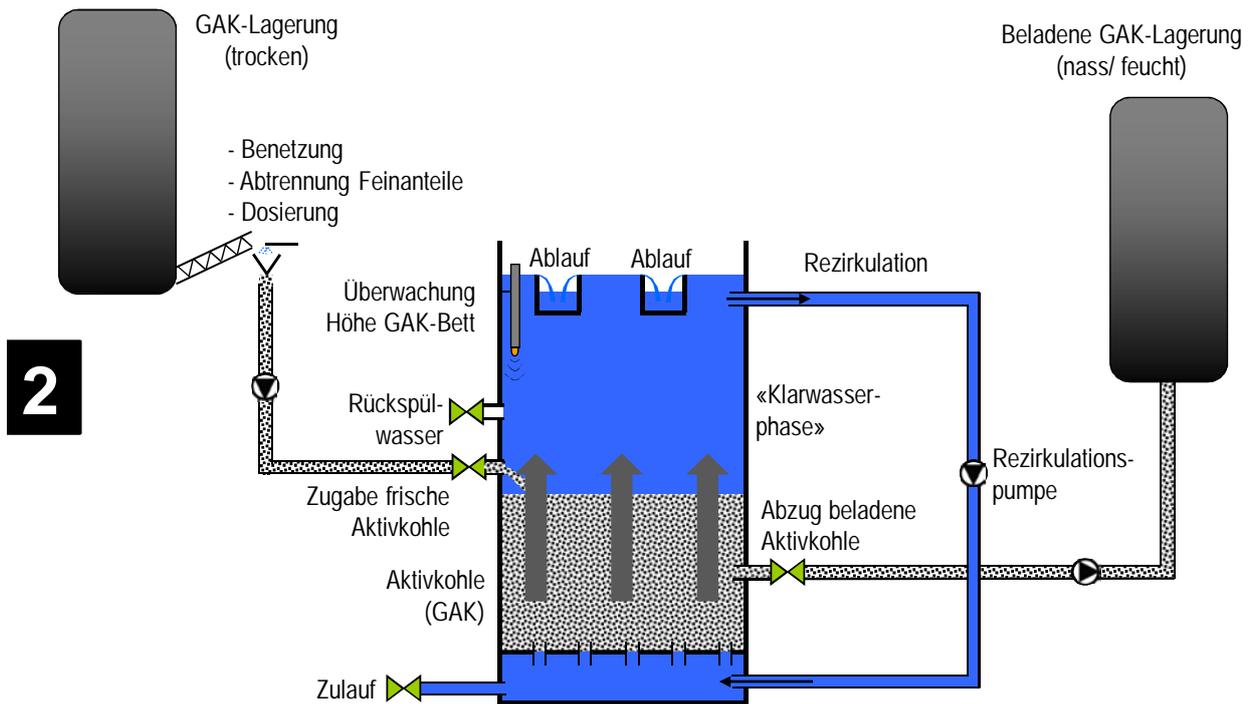
Artikel zum aktuellen Stand der  
Verfahrenstechnik im A&G Nr. 11 2017

2

# ELIMINATION VON MIKRO- VERUNREINIGUNGEN AUF ARA

AKTUELLER STAND DER VERFAHREN UND  
KÜFTIGE ENTWICKLUNGEN

## GAK im Wirbelbett



9

## GAK im Wirbelbett: Pilotversuch STEP Penthaz



### Pilot CarboPlus®



Foto: R. Casazza, Triform

- AK-Verbrauch 10-15 mg/L (vergleichbar PAK-Verfahren)
- Bei erhöhten GUS-Werten muss das Bett rückgespült werden
- Höhere AK-Zugabe bei Regenwetter oder Frachtspitzen
- Einfacher Betrieb

1. Phase: GAK von Chemviron abgeschlossen:  
à Kurzfassung vom Zwischenbericht auf [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) (auf Deutsch)

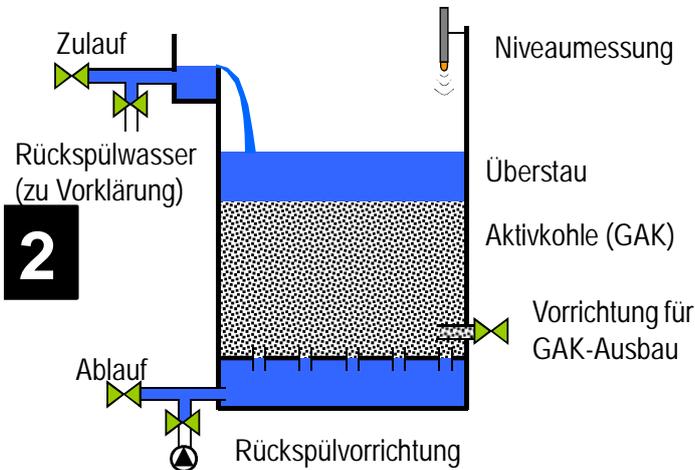
2. Phase: GAK von Norit abgeschlossen:  
à Synthesebericht 2018 auf [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) (auf Deutsch)

10

# GAK-Filtration

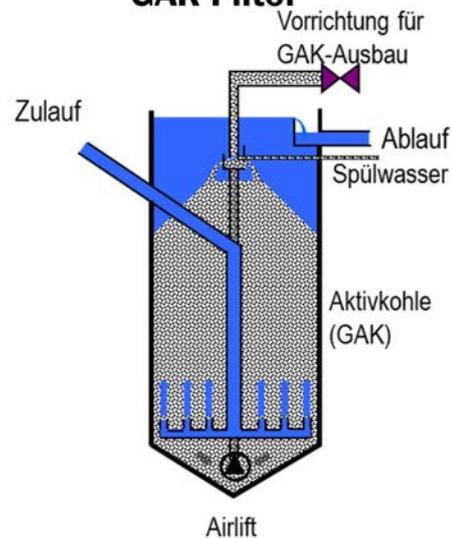


## Diskontinuierlich rückgespülter GAK-Filter



Grosstechnische Umsetzungen:  
ARA Altenrhein (Kombination mit Ozon)  
KA Obere Lutter (D)

## Kontinuierlich rückgespülter GAK-Filter



Grosstechnische Umsetzungen:  
KA Rietberg (D)

## GAK-Filtration: Pilotversuch ARA Bülach

### 1. Phase - Erkenntnisse

- AK-Verbrauch 10-15 mg/L (vergleichbar PAK-Verfahren)
- Keine Zusatzstoffe
- Einfacher Betrieb
- Bestehende Sandfilter können umgebaut werden
- Tiefe GUS- und DOC-Werte entscheidend für wirtschaftlichen Betrieb

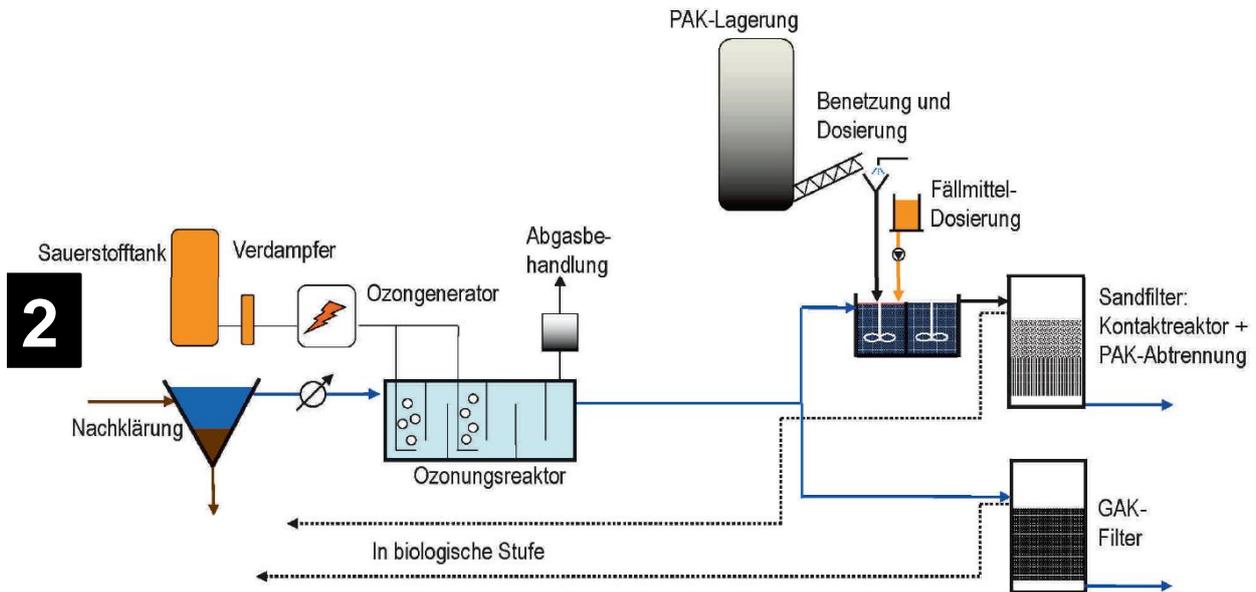
2

Zwischenbericht verfügbar auf [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

### 2. Phase: Ozonung + GAK-Filter Am Laufen

Es braucht mehr Erfahrungen zu Kosten und Betrieb





13

- Ø Ozonung + PAK
  - Pilotversuch + Realisierung ARA ProRheno (Basel)
  - Realisierung ARA Vidy (Lausanne)

- Ø Ozonung + GAK
  - Pilotversuch ARA Glarnerland
  - Pilotversuch ARA Bülach
  - Pilotversuche + Realisierung ARA Altenrhein

**2**

- Reduzierte spezifische Ozondosierung
- Viel Flexibilität
- Komplexität und Betriebsaufwand steigt
- Interessant für grosse ARA
- Geht über die gesetzlichen Anforderungen hinaus

14

### Hintergrund

2

- AK-Schlupf muss im Sinne des sachgemässen Gewässerschutzes minimiert werden (Art. 63 GSchG).
- Thermogravimetrische Analyse an FHNW entwickelt
- Parallel wird Methodenvergleich TGA/TOC-Gradienten von FHNW durchgeführt

### Ziele

- AK-Schlupf von verschiedenen AK-Verfahren klären
- Online Überwachung AK-Schlupf möglich?

15

### Probenahme bei folgenden Verfahren

2

- GAK im Festbett: ARA Bülach ✓
- GAK im Wirbelbett: STEP Penthaz ✓ ARA Langmatt ✓
- PAK-Dosierung vor den Filter: ARA Ergolz ✓
- PAK-Dosierung vor Biofilter: STEP Fribourg ✓
- Ulmerverfahren: mit Sandfilter (ARA Herisau), mit Tuchfilter (KA Lahr)

Eventuell PAK-Dosierung in die Biologie, Pulsagreen,  
DynasandCarbon,...

✓ Verfahren wurde beprobt (4-8 Proben)

16



Innerhalb eines MV-Projekts für Betreiber, Ingenieure:



**2**

- Auswahl AK (Kosten, Reinigungsleistung, ökol. Fussabdruck,...?)
- Sinnvolle Vorgaben für Ausschreibung
- Vertragliche Regelungen mit Lieferanten
- Abnahme Qualität der PAK Chargen beobachtet (z.B. steigender Wassergehalt) =>was tun?
- Qualität beeinflusst Dosiermenge – Betriebskosten!
- Lieferengpässe
- Betriebsprobleme (z.B. Fremdkörper in PAK-Lieferung, Verklumpung,...)
- Test für optimalen Zeitpunkt zur Regeneration von GAK

Seitens der Hersteller:

- Welche Eigenschaften soll die AK haben, die geliefert wird?

17



**2**

- Projekt Test-Tools TU Berlin
- Arbeitsgruppe Aktivkohle DWA – Publikation Artikel KA Nr. 12/2016 zum Fachgespräch mit Aktivkohlefirmen:
  - Aktivkohle-Herstellung
  - Energieverbrauch und ökologischer Fussabdruck
  - Reaktivierung und Reaktivaten
- Betriebserfahrungen diverse ARA
- Schüttelversuche mit versch. PAK und untersch. Abwässern in diversen Projekten (Eawag, KomS, TU Berlin, ...)

18

2

- Kein Schnelltest in Sicht und auch nicht unbedingt nötig → nachträglich Schüttelversuche und allenfalls Nachverhandlungen
- Bisherige Kennzahlen wie Iodzahl, Nitrobenzenzahl, Melassezahl oder spezifische Oberfläche BET sind nicht geeignet, um AK auf Spurenstoffelimination zu beschreiben



<http://www.aks-heimann.de/aktivkohle>

19

Ausschreibung / Vertrag:

- Fremdkörper-freie und Glimmnest-freie Aktivkohle
- Rohstoff, Kosten, Liefervorräte, Lieferzeiten, bisheriger Einsatz auf ARA,....

Qualitätssicherung der einzelnen PAK-Anlieferungen

2

- ARA A: Sieb installiert damit keine Feststoffe ins Silo gelangen (Nachteil: kann verstopfen – Befüllung dauert länger ...)
- ARA B: Rückstellproben (während Befüllen, proportional, möglichst repräsentativ)
- ARA C: misst Wassergehalt
- ARA D: macht Rührversuche mit jeder Charge
- ...

20

**2**

Produkt VSA Plattform / KomS:

- Befragung Betreiber zu AK-Qualität, praxisnah, Tipps Ausschreibung und Überprüfung Chargen → Artikel

Produkte DWA Gruppe:

- Schlussbericht Test-Tools (Beschreibung der Tests evtl. inkl. Standardisierung Rührversuche)
- DWA Merkblatt zur Aktivkohle-Qualität



21

## Aktuelle Plattformprojekte zur Ozonung

Überwachungskonzept Ozonung

- Überwachung der Abwasserzusammensetzung
- Proaktive Kommunikation (präventives Vorgehen relevanter Akteure im Einzugsgebiet)

**2**

Bericht zur Nachbehandlung Ozonung

- Übersicht der bestehenden Verfahren
- Hauptanforderungen = Elimination der labilen, toxischen Reaktionsprodukte
- Zusätzliche Effekte (GUS, DOC, usw.)

22

## UV-Sonden: Zusammenstellung bisheriger Erfahrungen



- Messung des UV-Absorbanz-Signals bei der Wellenlänge 254 nm im Zu- und Ablauf der MV-Stufe eignet sich zur betrieblichen Überwachung des Reinigungseffekts



Eigenes Foto UV-Sonde Versuchshalle Eawag

2

- Als Ergänzung zu den gesetzlich vorgegebenen MV-Analysen

è Geplantes Produkt: Zusammenstellung bisheriger Erfahrungen mit UV-Sonden

23

## UV-Sonden: wozu?



- Ozonung: Steuerung und Regelung
- Aktivkohle: als Kontroll-Parameter

2

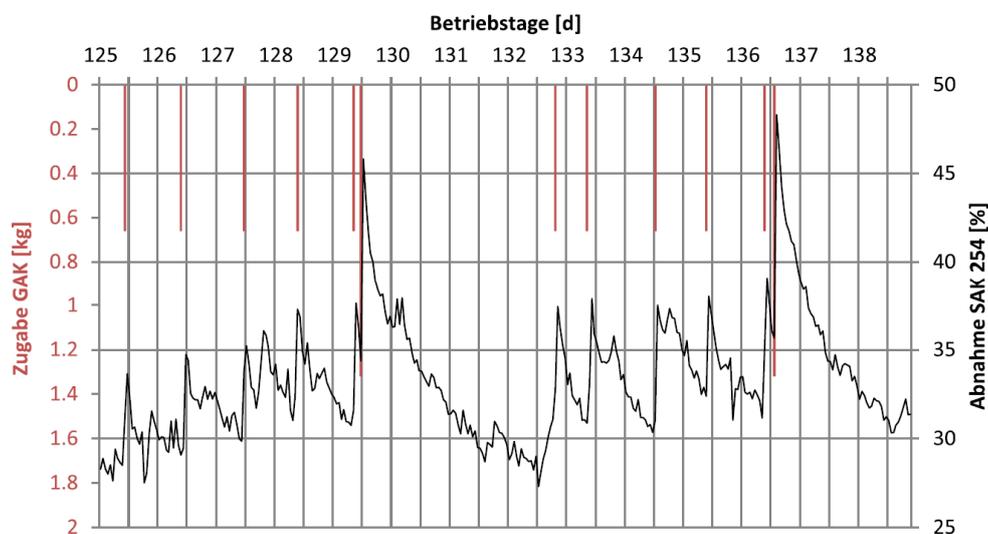


Abbildung: aus Kurzfassung Zwischenbericht, Triform, Pilotversuche ARA Penthaz

Beispiel: GAK-Zugabe und Reaktion des Delta-UV in Funktion der Betriebstage, Pilotversuch ARA Penthaz: è dank UV-Sonden ist ersichtlich, dass auf kurzfristige Veränderungen der Abwasserzusammensetzung reagiert werden kann

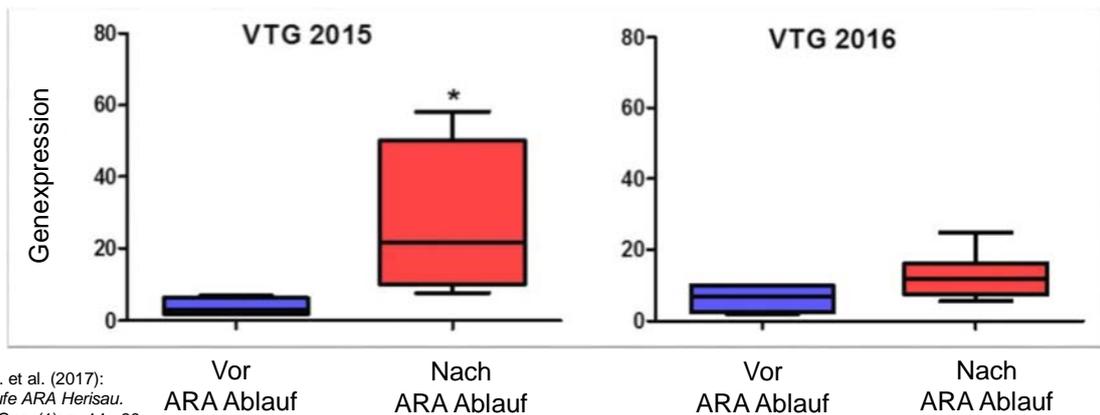
24

## Projekt EcoImpact - Situation in der Glatt



- Eawag-Forschungsprojekt
- Untersuchung der Auswirkungen von MV aus dem gereinigten Abwasser in den Oberflächengewässern
- z.B. bei Bachforellen und Bachflohkrebsen deutliche Stresssymptome unterhalb der Kläranlage
- Verbesserung des ökotoxikologischen Zustands der Glatt nach Ausbau der Kläranlage Bachwis in Herisau

2



Zöllig, H. et al. (2017):  
PAK-Stufe ARA Herisau.  
Aqua & Gas. (1): p. 14 - 23.

25

## Fazit Verfahrenstechnik



- Etablierte Verfahren
  - Ozonung
  - Nachgeschaltete PAK-Stufe (Ulmer-Verfahren)
- Auf dem Weg zum Standardverfahren
  - PAK vor Sandfilter
  - PAK in Biologie
- 2 • Weitere Erfahrungen nötig
  - GAK im Wirbelbett
  - GAK-Filtration
  - Verfahrenskombinationen

26

# Gründung Erfa-Ozongung und Erfa-Aktivkohle

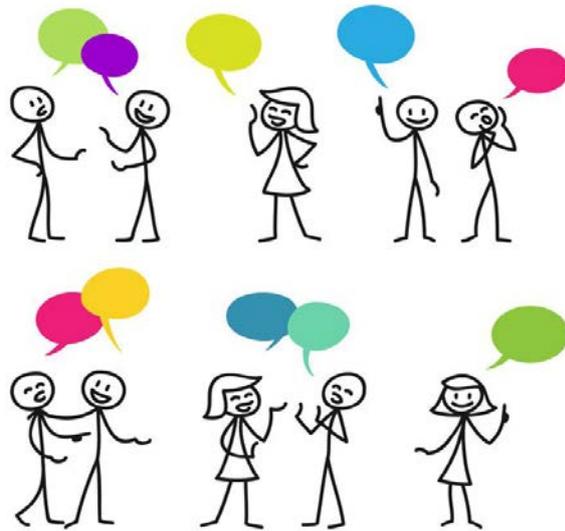


Erfahrungsaustausch von  
Betreiber für Betreiber!

Erste Treffen der Erfa-Ozongung  
und der Erfa-Aktivkohle:  
CC-ARA-Event, 14. Juni 2018

Anmeldung unter:  
[info@micropoll.ch](mailto:info@micropoll.ch)

3



<http://www.ines-werner.de/erfahrungsaustausch/>

## Weitere Informationen

[www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)



**VSA-Plattform "Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen"**

**Willkommen**  
Wir begrüßen Sie auf der Homepage der VSA-Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“. Ziel der Plattform ist es, Informationen über die Verfahrenstechnik zur Entfernung von Mikroverunreinigungen auf kommunalen ARA zur Verfügung zu stellen und offene Fragen zu klären. Auf diesen Seiten finden Sie Informationen zur Plattform selbst sowie zu verfahrenstechnischen Fragen.

**News**  
28.3.2017: Zum 5-jährigen Jubiläum der "Spurenstoff-Kompetenzzentren" in der Schweiz und Deutschland veranstaltet das KWI Baden-Vürttemberg mit dem Kompetenzzentrum Mikro Schadstoffe NRW und der Schweizer VSA-Plattform "Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen" vom 28.-29. Juni 2017 in Friedmannalen (D) ein Fach- und Technologiesymposium zur Spurenstoffelimination aus kommunalem Abwasser. [\[Link\]](#)  
27.3.2017: Auf der ARA Büsch-Furt laufen großtechnische Untersuchungen zur GAK-Filtration. Der Zwischenbericht ist [hier](#) verfügbar.  
14.03.2017: Im Aqua & Gas Artikel zur ARA Hemsau (AGS 1/2017) waren die Zahlen in Tabelle 3 nicht aktuell. Der aktualisierte Artikel mit der Kostenaufteilung nach Projektabschluss, inklusive Bundesbeitrag von 75% an die abteilungsberechtigten Kosten, ist [hier](#) verfügbar.  
06.03.2017: Aus dem Projekt RiSKoVa (Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserneisauf in ein EU-Learning Tool zu Mikro Schadstoffen im Wasserneisauf entstanden, welches [hier](#) kostenlos verfügbar ist.  
01.03.2017: Die Anmeldefrist für die Infoveranstaltung in [Stimulap](#) wurde bis am 5. März verlängert. Es gibt noch ausreichend Platz für Kurzentwickler.  
15.02.2017: Der [Zwischenbericht](#) des Versuchs auf der ARA Penzlin mit dem Verfahren CarboPlus ist erschienen. [\[Französisch inkl. Zusammenfassung in Deutsch\]](#)

**Veranstaltungen**

Datum	Titel	Ort	Organisation	Info
29. März 2017	Einleitvorlesung Mikroverunreinigungen – 1. Jahr Umsetzung Gewässerschutzgesetzgebung	Luzern	VSA Plattform	<a href="#">Anmeldung</a>
28.-29. Juni 2017	5 Jahre Kompetenzzentren	Friedrichshafen	KWI und DWA Landesverband Baden-Württemberg	<a href="#">Link</a>



[pascal.wunderlin@vsa.ch](mailto:pascal.wunderlin@vsa.ch)



[julie.grelot@vsa.ch](mailto:julie.grelot@vsa.ch)



[aline.meier@vsa.ch](mailto:aline.meier@vsa.ch)

Aare 2011

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

[www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

[info@micropoll.ch](mailto:info@micropoll.ch)

