

# Spurenstoffelimination – Aspekte bei der Wahl des Verfahrens

## 1 Hintergrund

Mit 150 000 angeschlossenen Einwohnern zählt die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Schönaus in der Region Zug zu den Schweizer Kläranlagen, die gesetzlich Maßnahmen zur Reduktion von organischen Spurenstoffen ergreifen müssen.

Die Anlage wird mit einem Belebungsverfahren (Nitrifikation, Denitrifikation und biologische Phosphorelimination) sowie mit einer Sandfiltration betrieben. Der verfügbare Platz für neue Bauwerke ist begrenzt.

Der geringe Oberflächenabfluss der Gewässer und die zunehmend dichte Besiedlung sind charakteristisch für das Einzugsgebiet. Mit dem Bau der Ringleitung um den Zugersee zwischen 1980 und 1995 und dem Vollausbau der ARA Schönaus 1998 durch den Gewässerschutzverband der Region Zugersee – Ägerisee – Küssnachtersee (GVRZ) konnte der Eutrophierung des Zugersees entgegengewirkt und die Lorze (Abfluss des Zugersees) bereits stark entlastet werden.

## 2 Voraussetzungen bei Planungsstart

Der Verband begann 2012 mit Überlegungen zu einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination. Mögliche Verfahren waren die Ozonung oder Pulveraktivkohleverfahren. Es gab erst wenig Erfahrung mit den Verfahren und kaum großtechnische Umsetzungen, weshalb wir bei der Wahl des Verfahrens unter anderem mit folgenden Fragen konfrontiert wurden:

- Eignet sich eine Ozonung an unserem Standort?
- Gibt es platzsparende Alternativen zur Anwendung von Pulveraktivkohle (PAK) mit anschließender Sedimentation und Filtration?

Um diese Fragen zu klären, führten wir einen Variantenvergleich durch.

## 3 Grundlagen für den Variantenvergleich

In einer Vorstudie schnitten die beiden Varianten „Ozonung mit Sandfiltration“ und „PAK-Dosierung in die Biologie“ aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gesichtspunkten gut ab. Die für

den Einsatz von PAK notwendigen Kapazitätsreserven in der biologischen Reinigung sind auf der ARA Schönaus vorhanden. Beide Verfahren hatten jedoch auch Nachteile: Bei der Ozonung wurde die Thematik der Reaktionsprodukte diskutiert. Bei der Dosierung von PAK in die Biologie waren die Betriebskosten eher hoch.

Die möglichen Verfahren wurden in einer Vertiefungsstudie zwischen 2012 und 2014 genauer untersucht.

### Abklärungen zum Einsatz von Aktivkohle

Da zur PAK-Dosierung in die Biologie lediglich die Erfahrungen aus einem Pilotversuch auf der ARA Wetzikon (Schweiz) und Versuche der Eawag vorhanden waren, entschied sich der GVRZ für einen eigenen halbtechnischen Pilotversuch, der zusammen mit dem Kompetenzzentrum für Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS) durchgeführt wurde. Abbildung 1 zeigt die Versuchsanordnung. Eine wichtige Erkenntnis daraus war, dass mit einer Dosierung von PAK in die biologische Stufe das Leistungsziel einer Elimination von 80 % erreicht werden könnte, dies allerdings bei einer eher hohen Dosiermenge von 13 bis 15 mg PAK/l (Abbildung 2). Für die volltechnische Umsetzung werden aber eher noch leicht höhere Dosiermengen von 15 bis 20 mg PAK/l erwartet, was auch vom eingesetzten Aktivkohle-Produkt abhängig ist.



Abb. 1: Versuchsanordnung zur Pilotierung der Dosierung von PAK in die biologische Reinigung (Foto: KomS)

Durch die VSA-Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“ war der GVRZ über verfahrenstechnische Entwicklungen informiert. Denn parallel zu den eigenen Abklärungen wurde im Rahmen des Projekts Aktifilt ein großtechnischer Pilotversuch mit PAK-Dosierung vor einer Sandfiltration durchgeführt. Bei dieser Anordnung lag der PAK-Verbrauch tiefer als bei der PAK-Dosierung in die Biologie. Ein Grund dafür ist die Rückführung der Überschuss-PAK in die biologische Stufe zur möglichst vollständigen Ausnutzung der Adsorptionskapazität. Somit entwickelte sich die PAK-Dosierung vor die Sandfiltration zu einer interessanten Verfahrensvariante.

**AQUADATA**

Regelungen auf Kläranlagen  
- Konzepte - Software - Ausrüstung -

Nitrifikation  
Denitrifikation  
Phosphorelimination  
Schlammbehandlung  
Energiemanagement  
Sonderanwendungen

AQUADATA  
Abwassertechnik GmbH  
Spatzenstieg 1a  
38118 Braunschweig  
Tel.: +49 (0) 5 31 / 886 9042-0  
Fax: +49 (0) 5 31 / 50 09 07  
E-Mail: [info@aquadata.de](mailto:info@aquadata.de)  
Internet: [www.aquadata.de](http://www.aquadata.de)

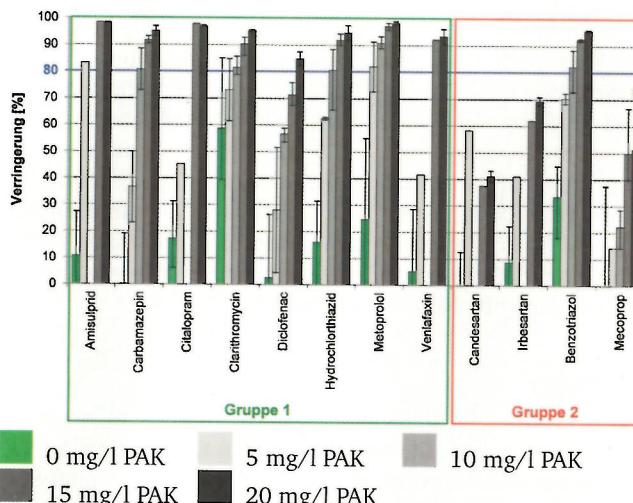


Abb. 2: Resultate der Pilotanlage zur Elimination der gesetzlich vorgegebenen zwölf Leitsubstanzen (Mittelwerte) bei unterschiedlichen PAK-Dosierungen (KomS)

#### Abklärungen zum Einsatz von Ozon

Um herauszufinden, ob sich das Abwasser der ARA Schönau für eine Behandlung mit Ozon eignet, wurden die Untersuchungen gemäß der VSA-Empfehlung „Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung“ [1] durchgeführt. Dabei wurden unter anderem der Ozonabbau im Abwasser, die Abbaueffizienz für organische Spurenstoffe, die Bildung von Reaktionsprodukten (spezifisch: Bromat und Nitrosamine, unspezifisch mit Bioteests) in einer Wochenmischprobe Ablauf Nachklärung der ARA Schönau untersucht. Das vorliegende Abwasser war grundsätzlich gut geeignet, einzig die Bromatkonzentrationen im Zulauf zur ARA lagen zwischen 140 und 200 µg/l und somit deutlich über den Werten von rein häuslichem Abwasser (30 bis 60 µg/l). Folglich besteht das Risiko einer erhöhten Bromatbildung im Ablauf einer zukünftigen Ozonung.

Da Wasser aus der Lörze unterhalb unserer Kläranlage über Uferfiltration als Trinkwasser für rund 65 000 Personen genutzt wird, kommt hier trinkwasserrelevanten Stoffen eine besondere Bedeutung zu.

#### Allgemeine Abklärungen

Zudem zeigte eine Untersuchung der EAWAG [2], dass die Fracht der Spurenstoffe im Zulauf sehr stark schwanken kann. Einzelstoffe traten an ausgewählten Tagen im Kilobereich auf und führten so zu einer unvorhersehbaren Belastungsspitze mit Spurenstoffen. Der GVRZ erkannte, dass das zukünftige Verfahren Belastungsspitzen gut abbauen muss.

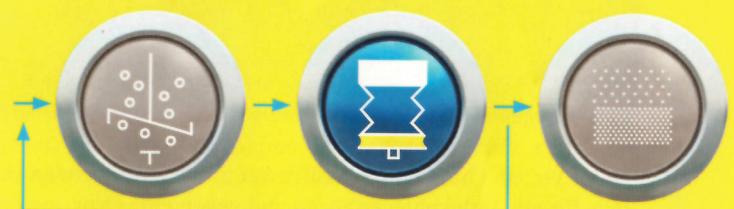
#### 4 Variantenentscheid

Sowohl eine Ozonung als auch ein Verfahren mit PAK – vor den Filter oder in die Biologie – stellten sich als sinnvolle Lösungen heraus. Die Jahreskosten dieser Verfahren lagen in einem ähnlichen Bereich (Abbildung 3).

DIE LOGISCHE!  
ERGÄNZUNG!

# Feststoffarme Spurenstoffelimination durch hydrograv adapt

Dreifacher Vorteil: maximale hydraulische Kapazität, minimale Schlammverlagerung und minimale AFS.

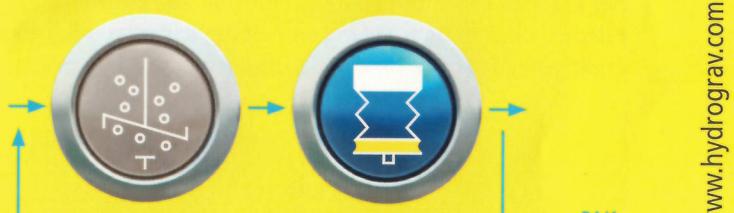


GAK im nachgeschalteten Filter. Feststoffarme Spurenstoffelimination durch hydrograv adapt im Nachklärbecken.



Nachgeschaltete PAK-Adsorptionsstufe.

Minimale AFS im Ablauf des Sedimentationsbeckens:  
Minimierte Rückspülungen, stabiler Filterbetrieb.



PAK in der Rezirkulation zum Belebungsbecken.

hydrograv adapt sichert für den Ablauf der Nachklärung den maximalen Aktivkohle-Rückhalt.

# hydrograv

hydraulik • gravitatives trennen

Infos unter 0351 / 811 355-0

Preisträger 2017 in der Kategorie

Umweltfreundliche Technologien  
und Produktionsverfahren



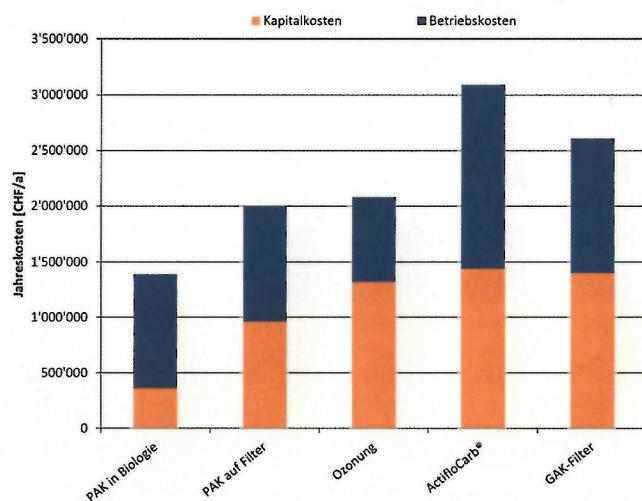


Abb. 3: Jahreskosten für verschiedene Verfahrensvarianten zur Spurenstoffelimination auf der ARA Schöna (Genauigkeit  $\pm 30\%$ ) [3]

Unser Verband hat sich schließlich aufgrund der folgenden Vorteile für ein Aktivkohleverfahren und gegen eine Ozonung entschieden:

- keine Bildung von Nebenprodukten, speziell im Hinblick auf die erhöhten Bromidkonzentrationen im Zulauf der ARA
- geringere Anforderungen im Bereich der Arbeitssicherheit
- Durch den PAK-Pool im System (Pufferkapazität) wird erwartet, dass Frachtpitzen von organischen Spurenstoffen besser entfernt werden.
- Durch den PAK-Pool im System wird indirekt auch bei Regen eine Vollstrombehandlung erreicht.

Die zwei verbleibenden interessanten PAK-Verfahren konnten beide in der Bestvariante „PAK-Dosierung vor den Filter mit zusätzlicher Möglichkeit der PAK Dosierung in die Biologie“ vereint werden (Abbildung 4). Diese Lösung kann gut in die bestehende Anlage integriert werden, ist wirtschaftlich und bietet Flexibilität. Der Tagungsband der Jubiläumsveranstaltung der Kompetenzzentren Spurenstoffe vom 28./29. Juni 2017 in Friedrichshafen/Deutschland enthält im Beitrag von K. Leikam ergänzende Informationen zur Lösungsfindung.

## 5 Fazit

Die Wahl des Verfahrens zur Spurenstoffelimination wird ganz entscheidend durch lokale Randbedingungen beeinflusst. Um eine fundierte Entscheidung treffen zu können, haben wir die örtlichen Gegebenheiten im Einzugsgebiet genau abgeklärt und Tests mit dem vorhandenen Abwasser durchgeführt. Eine große Hilfe beim Prozess der Verfahrenswahl waren uns die Spurenstoff-Kompetenzzentren (KomS, VSA-Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“ und Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe Nordrhein-Westfalen).

## Literatur

- [1] Wunderlin, P., Abegglen, C., Durisch-Kaiser, E., Götz, C., Joss, A., Kienle, C., Langer, M., Peter, A., Santiago, S., Soltermann, F. von Gunten, U., Weil, M., Zimmermann-Steffens, S.: VSA-Empfehlung Abklärungen Verfahrenseignung Ozon, 2017, [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)
- [2] Comte, R. L. L.: Software-based evaluation of time series for discharges of industrial substances in wastewater effluent measured with LC-HRMS, Masterarbeit, Eawag, ETH Zürich, 2015
- [3] Thoman, M.: Variantenstudie und Ausbaukonzeption, Hollinger AG, 2014

## Autoren

Dr. Bernd Kobler

Geschäftsführer Kläranlage Schöna

Lorzenstrasse 3, 6330 Cham, Schweiz

E-Mail: [Bernd.Kobler@gvrz.ch](mailto:Bernd.Kobler@gvrz.ch)

Aline Meier

VSA-Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“

Eawag

Überlandstrasse 133

8600 Dübendorf, Schweiz

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

Bl

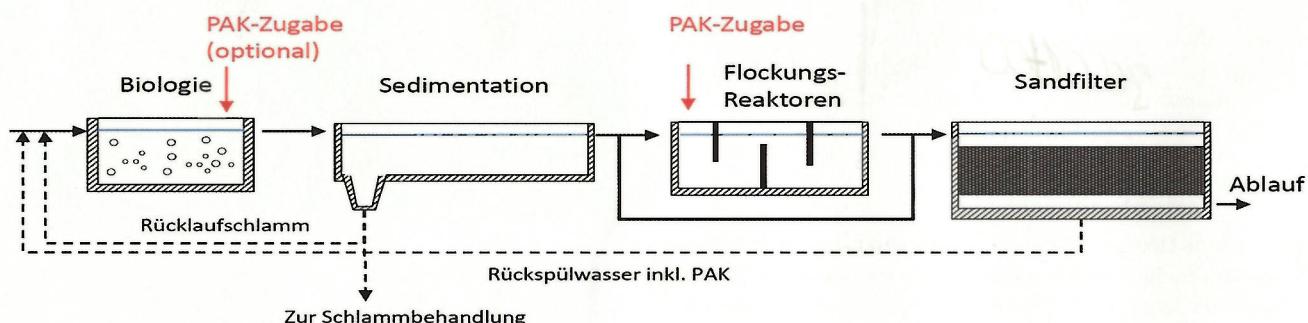


Abb. 4: Schema der Bestvariante zur Spurenstoffelimination auf der ARA Schöna