

## Newsletter Nr 2

### Inhaltsverzeichnis

- » *Projekte Plattform*
- » *Forschung*
- » *Grosstechnische Umsetzungen*
- » *Internationales*
- » *Transformationsprodukte Ozonung*
- » *Verfahrenstechnik*
- » *Veranstaltungen*

## Projekte Plattform

### Dimensionierung, Redundanz, Anforderungen

Mit der Elimination von organischen Spurenstoffen aus kommunalem Abwasser sollen u.a. chronische Effekte auf Wasserlebewesen minimiert werden. Dabei stellt sich die Frage, ob die gesamte Abwassermenge, die biologisch behandelt wird, auch weitergehend behandelt werden soll oder ob bei Regenwetter nur eine Teilmenge über eine zusätzliche Stufe zu leiten ist. Je nach gewählter Verfahrenstechnik führt die Dimensionierung auf den Regenwetterzulauf zu höheren Kosten.

In diesem Projekt wird untersucht, wie sich eine unterschiedliche Auslegung auf die Investitions- (Baukosten, Flächenbedarf usw.) und die Betriebskosten (Energiebedarf, PAK, Personalaufwand usw.) und den ökologischen Nutzen (durch die zusätzlich behandelte Abwassermenge) auswirkt. Die Berechnungen werden für vier Verfahren (Ozonung mit Sandfilter, PAK-Dosierung mit Sedimentation und Sandfiltration, PAK-Dosierung in die Belebungsstufe, PAK-Dosierung mit Actiflo-Carb®) und fünf ARA-Grössenklassen durchgeführt. Basierend auf diesen Grundlagen wird anschliessend eine VSA-Empfehlung erarbeitet.

Parallel dazu wird analysiert, wie sich Anforderungen an die Betriebssicherheit auswirken. Muss die Anlage rund um die Uhr komplett verfügbar sein? Wie gross sind die Stillstandzeiten wegen Störungen und Wartungs-/Revisionsarbeiten zu veranschlagen? Auch hier werden die Auswirkungen auf den Aufwand (Kosten, Energieverbrauch, Flächenbedarf) und den Nutzen gegenübergestellt.

Im weiteren wird die Frage untersucht, wie sich eine unterschiedliche Zulaufqualität des biologisch gereinigten Abwassers auf die Dimensionierung und den Betrieb einer weitergehenden Verfahrensstufe auswirkt. Die Beurteilung der Zulaufqualität des gereinigten Abwassers erfolgt anhand der Parameter DOC, Nitrit und GUS.

Das Projekt ist in Bearbeitung, Ende 2013 soll ein Entwurf der Empfehlung vorliegen. Mit dem Entwurf wird eine Vernehmlassung durchgeführt.

Liebe Leserin, lieber Leser

Noch fehlen in der Schweiz die gesetzlichen Grundlagen zur Spurenstoffelimination, im Hintergrund wird aber intensiv daran gearbeitet. Diskussionen mit verschiedenen Akteuren der Abwasserreinigung zeigen aber, dass die Planung von Verfahren zur Spurenstoffelimination an vielen Orten trotzdem bereits im Gange ist. Die ersten Anlagen (Ozonung in Dübendorf, Pulveraktivkohle in Herisau) befinden sich bereits im Bau. Bei der Planung tauchen immer wieder die gleichen Fragen auf: muss bei Regenwetter die gesamte Abwassermenge weitergehend behandelt werden? Welche Redundanzen sind erforderlich? Wie kann ein ARA-Betreiber mit einfachen Messungen sicherstellen, dass die Anlage einwandfrei funktioniert? Gibt es neben Ozon und Pulveraktivkohle noch weitere Verfahren, die in Frage kommen?

Leider können wir Ihnen diese Fragen zur Zeit noch nicht abschliessend beantworten, versuchen aber, mit diesem Newsletter aufzuzeigen, dass diese sowie weitere interessante und wichtige Fragestellungen derzeit an verschiedenen Orten bearbeitet werden. Falls Sie auch Fragen haben, versuchen wir, Sie nach Möglichkeit zu unterstützen. Es bleibt spannend.

Christian Abegglen  
Kordinator Plattform

### Weitere Plattformprojekte

Weitere Plattformprojekte (Betriebsüberwachung, Konzept „First-Mover“, Nachbehandlung, Kennzahlen) befinden sich in unterschiedlichen Stadien. Informationen dazu finden Sie teilweise auf der Homepage und werden im nächsten Newsletter ausführlicher behandelt.

## Forschung

### *Eco-Impact*

In Zusammenarbeit mit externen Partnern hat die Eawag das interdisziplinäre, abteilungsübergreifende Projekt „EcoImpact“ gestartet. Mit diesem Projekt sollen die Auswirkungen von kommunalem Abwasser und insbesondere von Mikroverunreinigungen auf die Strukturen und Funktionen komplexer aquatischer Ökosysteme untersucht werden. Es wurden drei Hypothesen formuliert, die nun geprüft werden:

- » Infolge der Einleitung von kommunalem Abwasser bestehen Unterschiede zwischen den aquatischen Lebensgemeinschaften unterhalb und denjenigen oberhalb der Einleitungsstelle.
- » Der Eintrag von (toxischen) organischen Mikroverunreinigungen über ARAs führt in den Gewässerabschnitten unterhalb der Einleitungsstelle zu einem Verlust sensibler Arten.
- » Biologische Interaktionen innerhalb der Nahrungskette haben ökologische Auswirkungen, die über die unmittelbare Schädigung bestimmter Organismen durch Mikroverunreinigungen hinausgehen.

Im Projekt werden Versuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt, ein wesentlicher Teil umfasst jedoch auch Untersuchungen an zwölf ausgewählten ARA-Standorten. Weitere Informationen zum Projekt finden sich unter:

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

### *Einsatz von Ferrat auf der ARA Aviron, Vevey*

Ferrat (Fe(VI)) ist ein neues und vielversprechendes Oxidations- und Fällungsmittel zur Abwasserbehandlung. In Zusammenarbeit mit der SIGE (Service Intercommunal de Gestion) und unterstützt durch die Umwelttechnologieförderung des BAFU konnte die EPFL Versuche an der ARA Aviron in Vevey durchführen, um die Eignung von Ferrat im Pilotmassstab zu testen. Ferrat musste dabei vor Ort aus einer Eisen(III)-Lösung durch Oxidation mit Chlor unter basischen Bedingungen hergestellt werden, da Ferratsalze in Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit rasch reduziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Dosierung von Ferrat in den Ablauf der biologischen Stufe eine breite Palette an Mikroverunreinigungen oxidiert und Phosphat gefällt werden, so dass übliche Fällungsmittel eingespart werden können. Die unerwartet hohe Oxidation von Mikroverunreinigungen bereits während der pH-Korrektur wird zurzeit weiter untersucht. Vermutlich hängt dieses Phänomen mit der Bildung weiterer reaktiver Eisenspezies wie Fe(V) zusammen. Die pH-Korrektur war aufgrund des hohen Anteils an Lauge in der Ferratlösung notwendig. Eine Abtrennung der Lauge kurz vor Ferratzugabe zum Abwasser wird als Weiterentwicklung des Prozesses angestrebt. In Kürze ist der Schlussbericht zum Pilotprojekt Ferrat auf der Homepage [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) verfügbar.



*Zugabe der Ferratlösung (dunkelviolett) und der pH-Korrektur-Lösung (durchsichtig) in die statischen Mischer der Pilotanlage im Hintergrund.*

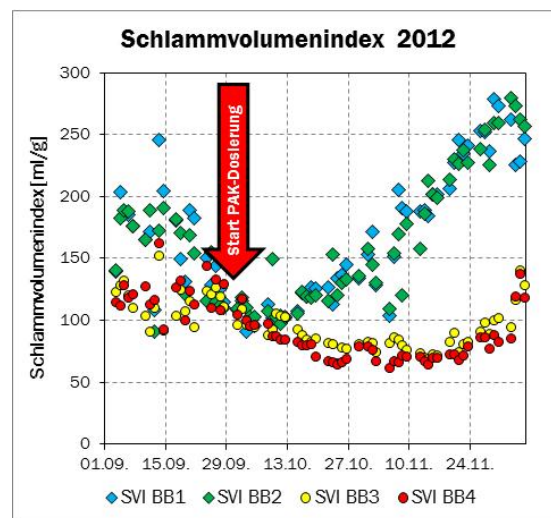
### *Aquapure – Membranen zur Abtrennung von Pulveraktivkohle*

Im Projekt „Aquapure“ der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Wabag, AIB und Dolder AG mit finanzieller Unterstützung durch die Umwelttechnologieförderung des BAFU wurde die Eignung von verschiedenen Ultrafiltrations-Membranen zur Abtrennung von Pulveraktivkohle untersucht. Der Vorteil dieser Verfahrenstechnik liegt darin, dass ein kompletter Rückhalt von Feststoffen (u.a. PAK) und damit auch von Bakterien und teilweise Viren erzielt wird, sowie der geringere Platzbedarf. Es zeigte sich, dass Druckrohrmembranen (von innen nach aussen durchströmt, mit regelmässiger Rückspülung) aufgrund des tieferen Energieverbrauchs besser geeignet sind als getauchte Membranen. Dieses System konnte während mehrerer Monate stabil mit einem Durchfluss von 60-80 L/(m<sup>2</sup> h) bei einer Permeabilität von rund 200 L/(bar m<sup>2</sup> h) betrieben werden. Der zusätzliche Energiebedarf für das Gesamtsystem PAK und Ultrafiltration wird auf 0.075 kWh/m<sup>3</sup> geschätzt. Der Schlussbericht ist ebenfalls in Bälde verfügbar.

### *ARA Flos, Wetzikon (ZH); PAK-Dosierung in die Belebung*

Im Projekt „PAK-Dosierung in die Belebung“ auf der ARA Flos in Wetzikon wurde die erste Versuchskampagne bei Trockenwetterbedingungen abgeschlossen (PAK-Dosierung: 18 mg/l) und es kann eine positive Bilanz gezogen werden. Die Eliminationsleistung der Spurenstoffe Benzotriazol, Carbamazepin, Diclofenac und Sulfamethoxazol lag zwischen 83 % und >98 %. Zudem hatte die PAK in der Untersuchungsperiode einen positiven Einfluss auf den Schlammvolumenindex, der in der Versuchsstrasse (mit PAK-Dosierung) deutlich tiefer lag als in den Biologiebecken der Referenzstrasse (ohne PAK-Dosierung, siehe Abbildung). In einer nächsten Versuchskampagne soll die Wir-

kung der PAK bei Regenereignissen untersucht werden.



*Einfluss der PAK-Dosierung auf den Schlammvolumenindex (SVI). Nach dem Start der Dosierung lag der SVI in den Versuchsstrassen (BB3 und BB4) deutlich tiefer als in den Referenzstrassen (BB1 und BB2).*

## **Grosstechnische Umsetzungen**

### *ARA Neugut, Dübendorf (ZH); Ozonung und Nachbehandlung*

Auf der ARA Neugut in Dübendorf (ZH, 150'000 EW<sub>CSB</sub>) wird die erste grosstechnische Ozonung in einer kommunalen ARA der Schweiz realisiert. Die Anlage befindet sich momentan im Bau und wird Ende 2013 in Betrieb gehen. Das gesamte Abwasser aus der biologischen Reinigung ( $Q_{Dim} = 720$  l/s) wird im Ozonungsreaktor (530 m<sup>3</sup>, einstrassig) behandelt, der zwischen der Nachklärung und dem bestehenden Sandfilter eingebaut wird.

Die Eawag wird während dem Betrieb der Anlage Erkenntnisse bezüglich der Elimination von Mikroverunreinigungen sammeln. Es ist geplant, verschiedene Regel- und Steuerstrategien für die Ozondosierung zu testen (Q-proportional, DOC-Fracht-proportional, anhand der SAK-Messung im Zu- und Ablauf) und damit den Energieverbrauch und die Reinigungsleistung zu optimieren.

Im kleineren Massstab stellen bewährte Firmen verschiedene Nachbehandlungsverfahren (granulierte Aktivkohle, Wirbelbett, Festbett) zur Verfügung. In diesen Pilotan-

lagen soll untersucht werden, inwiefern sich diese Verfahren eignen, um Reaktionsprodukte der Ozonung biologisch abzubauen und wie sie ausgestaltet werden müssen. Der bestehende Sandfilter der ARA Neugut dient dabei als Referenz. Die Untersuchungen dauern ca. 1-2 Jahre.

Die Ozonung wird von den Gemeinden Dübendorf, Dietlikon, Wangen-Brüttisellen und Wallisellen finanziert, zusätzlich leistet der Kanton Zürich einen Beitrag an die Anlage und die Betriebskosten.

#### *ARA Bachwis, Herisau (AR): PAK-Stufe mit Sedimentation und Sandfilter*

Nach den Sommerferien 2013 erfolgt der Spatenstich in der ARA Bachwis in Herisau (AR, 34'000 EW) für eine nachgeschaltete PAK-Stufe mit Sedimentation, die anfangs 2015 in Betrieb gehen soll. Durch den Einbau der zusätzlichen Reinigungsstufe wird die Wasserqualität in der stark belasteten Glatt in Bezug auf organische Spurenstoffe verbessert, zusätzlich sollen schaumbildende Stoffe sowie Farbstoffe aus der Textilindustrie entfernt werden.

Die PAK-Stufe wird zweistrassig auf den maximalen Trockenwetterzufluss von 170 L/s ausgelegt, die maximale Abwassermenge über die biologische Stufe beträgt 310 L/s. Bei erhöhtem Zufluss wird ein Teil des Abwassers direkt auf den Sandfilter geleitet, trotzdem werden über 90% der zufließenden Abwassermenge mit Aktivkohle behandelt.

Die Investitionskosten für das Projekt belaufen sich auf rund 4.65 Mio. Fr. inkl. MwSt. Gemäss Zusicherung kann ein Kantonsbeitrag aus dem Gewässerschutzfonds von 40% an die beitragsberechtigten Investitionskosten erwartet werden. Die verbleibenden Kosten werden von der Gemeinde Herisau und dem massgeblichen Industriebetrieb getragen.

## **Internationales**

### *„Schwesterplattformen“*

In den deutschen Bundesländern Baden-Württemberg (BW) und Nordrhein-Westfalen (NRW) sind – vergleichbar mit der Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“ des VSA – Kompetenzzentren aufgebaut worden. Diese begleiten und betreuen Versuche, stellen Informationen zur Verfügung und vernetzen die betroffenen Akteure. Beide Kompetenzzentren verfügen über eine Homepage:

[www.masterplan-wasser.nrw.de](http://www.masterplan-wasser.nrw.de) (NRW)

[www.koms-bw.de](http://www.koms-bw.de) (BW)

### *Grosstechnische Anlagen in Baden-Württemberg*

In Baden-Württemberg sind bereits verschiedene Anlagen mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination ausgerüstet, wobei das Verfahren PAK-Sedimentation-Filtration am häufigsten eingesetzt wird. Gegenwärtig befinden sich sieben Kläranlagen mit einer Aktivkohlestufe in Betrieb, drei weitere sind im Bau und fünf in Planung.

### *Projekt MIKROFLOCK*

In Nordrhein-Westfalen wurde in den letzten Jahren das Projekt MIKROFLOCK durchgeführt, das zum Ziel hatte, Möglichkeiten zur Umrüstung bestehender Flockungsfiltrationsanlagen auf Spurenstoff-Elimination zu evaluieren. Dabei wurden der Einsatz von granulierter Aktivkohle (siehe weiter unten), aber auch die Dosierung von PAK direkt in den Filterüberstand untersucht. Die Versuche sind nun abgeschlossen und der Schlussbericht liegt vor:

[www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/abschlussbericht\\_MikroFlock.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/abschlussbericht_MikroFlock.pdf)

Es zeigte sich, dass der Einsatz von PAK in den Überstand eines Sandfilters eine gangbare Lösung darstellt.



## *IKSR*

Die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) hat in den letzten Jahren intensiv an einer Strategie zur Bewertung und Reduzierung der Einträge von Mikroverunreinigungen aus Siedlungs- und Industrieabwässern gearbeitet. Nun liegt der Synthesebericht vor mit der integralen Bewertung von Mikroverunreinigungen und Massnahmen zur Reduzierung von Einträgen aus Siedlungs- und Industrieabwässern:

[http://www.iksr.org/uploads/media/203\\_d.pdf](http://www.iksr.org/uploads/media/203_d.pdf)

Die wichtigsten Punkte des Synthesedokumentes sind:

- » Abwasser aus dem Kläranlagenablauf stellt den wichtigsten Eintragspfad für Mikroverunreinigungen in die Oberflächengewässer dar.
- » Im Rhein und seinen Nebenflüssen werden diverse Stoffe aus verschiedenen Stoffgruppen in kritischen Konzentrationen nachgewiesen, insbesondere in Gewässern mit hohem Anteil an biologisch gereinigtem Abwasser. Gewisse Stoffe werden auch im Trinkwasser nachgewiesen.
- » Der Eintrag von Mikroverunreinigungen in den Rhein soll vermindert werden. Dazu sind Massnahmen an der Quelle, dezentrale Massnahmen und zentrale Massnahmen an kommunalen Kläranlagen vorgesehen.
- » Zentrale Massnahmen bei kommunalen Kläranlagen in Form weiterführender Reinigungsverfahren (z.B. Ozonung, Aktivkohlefiltration) können ein breites Spektrum von Mikroverunreinigungen eliminieren.

## **Transformationsprodukte**

### **Ozonung**

Die Ozonung führt zu einer deutlichen Abnahme der im Ablauf der ARA messbaren Stoffe sowie deren Konzentrationen. Dies konnte in bisherigen Untersuchungen in kommunalen Abwässern gezeigt werden.

Diese Resultate lassen sich grundsätzlich auf andere kommunale Abwässer übertragen.

Insbesondere bei Abwässern mit einer speziellen Belastung z.B. aufgrund bedeutender Industrie- oder Gewerbeabwasserleitungen liegen jedoch noch wenige Erfahrungen vor. In ungünstigen Fällen kann eine Ozonung auch zu einer Zunahme der Toxizität des Abwassers führen (z.B. bei bestimmten Industrieabwässern). Bei der Evaluation von möglichen weitergehenden Reinigungsverfahren ist es daher ratsam, zu prüfen, ob sich eine Ozonung im Hinblick auf die Abwasserzusammensetzung überhaupt eignet.

Aus diesem Grund hat die Eawag ein Projekt lanciert, mit dem Ziel, eine Empfehlung für ARA-Inhaber und -Betreiber, Planer sowie kantonale Fachstellen zu erstellen. Diese Empfehlung soll ein detailliertes Vorgehen beinhalten, mit dem ein spezifisches Abwasser mit einem Referenzabwasser verglichen werden kann, um Hinweise für eine Eignung der Ozonung zu erhalten. Dazu wird ein einfaches Testverfahren entwickelt, das einerseits chemische Messungen, andererseits auch ökotoxikologische Tests umfasst, und das sequenziell im Labor und vor Ort durchgeführt werden kann. Es werden nur Tests und Messungen berücksichtigt, die in der Anwendung einfach, kostengünstig und möglichst zertifiziert sind sowie von kommerziellen Labors angeboten werden. Aktuell wird das Vorgehen im Labor anhand unterschiedlicher Abwasserproben geprüft.

## **Verfahrenstechnik**

### *Verfahren zur Abtrennung von PAK*

Im Projekt „Mikroflock“, das vom MKULNV Nordrhein-Westfalen gefördert wurde, wurden von der Universität Stuttgart im halbertechnischen Massstab verschiedene Abtrennverfahren für Pulveraktivkohle evaluiert. Untersucht wurden Sedimentation, Lamellenabscheider, Mikrosieb, Tuchfilter und Flotation, bei jeweils 2 PAK-Dosiermengen,

mit und ohne Fäll- und Flockungsmittel. Auf eine Rückführung der abgetrennten Aktivkohle in den Kontaktreaktor wurde in der dargestellten Phase verzichtet, so dass die Zulaufkonzentrationen im Bereich von ca. 20 – 50 mg/L AFS (abfiltrierbare Stoffe) lag. (Bei Rückführung des Schlammes liegen die AFS-Konzentrationen etwa einen Faktor 100 höher.)

Bei dieser Betriebsweise stellte sich heraus, dass die Abtrennleistung in der Reihenfolge Sedimentation < Lamellenabscheider < Mikrosieb < Tuchfilter zunahm. Sedimentation und Lamellenabscheider zeigen aber in bestehenden grosstechnischen Anlagen mit Rückführung der Aktivkohle gute Resultate. Das eingesetzte Mikrosieb und die Flotation scheinen aus betrieblichen Gründen nicht geeignet zu sein; einzig die Variante mit Tuchfilter scheint sowohl in Bezug auf Betriebsstabilität und Abtrennleistung bei der gewählten Verfahrensvariante interessant.

#### *Granulierte Aktivkohle*

Gemäss heutigem Kenntnisstand stehen vor allem die Verfahren mit Pulveraktivkohle und Ozon im Fokus. Eine wiederkehrende Frage ist, ob auch granulierte Aktivkohle geeignet ist. Hierzu laufen in der Schweiz und in Deutschland verschiedene Abklärungen mit zum Teil unterschiedlichen Resultaten. Eine Studie der Eawag, bei der ein GAK-Filter direkt nach der Nachklärung eingesetzt wurde, kam zum Schluss, dass die Standzeiten für einen wirtschaftlichen Betrieb zu kurz sind. Die maximale Beladung für verschiedene Stoffe war bereits nach rund 4'000 durchgesetzten Bettvolumen erreicht. Zu ähnlichen Resultaten kommt eine Studie aus NRW im Rahmen des Projekts MIKRO-FLOCK, wo auf der Kläranlage Düren-Merken ein bestehender Sandfilter auf GAK umgerüstet wurde. Auch dort müsste bei einer grosstechnischen Umsetzung das Filterbett nach etwa 4'500 Bettvolumen ausgetauscht werden. Die Standzeit hängt jedoch stark von der angestrebten Eliminationsleistung

ab. Für einen „wirtschaftlichen“ Betrieb wären Standzeiten von etwa 10'000 Bettvolumen notwendig.

Deutlich bessere Resultate stammen aus dem Klärwerk „Obere Lutter“ in Gütersloh (D). Dort wurde während einer Versuchsphase (2011) eine von acht Sandfilterzellen mit granulierter Aktivkohle ausgerüstet, parallel dazu wurden verschiedene Versuche mit Kleinadsorbentien durchgeführt. Aus den bisher publizierten Resultaten folgt, dass für die dortigen Verhältnisse Standzeiten von bis zu 9'000 Bettvolumen möglich sind.

## **Veranstaltungen**

Infos zu allen Veranstaltungen sind auf der Homepage: [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

#### *Micropol & Ecohazard 2013*

Vom 17.-20. Juni findet in Zürich die internationale IWA-Konferenz „Micropol & Ecohazard“ statt.

[www.micropol2013.ch](http://www.micropol2013.ch)

#### *Veranstaltungen in Deutschland*

- » 3. Juli 2013: Praxisseminar „Strategien zur Spurenstoffelimination in Kläranlagen“, Gütersloh
- » 10./11. Juli 2013: Kongress „Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt“, Mannheim
- » 14. November 2013: Spurenstoffelimination auf Kläranlagen – Notwendigkeit, Verfahren, Kosten

#### *Ausblick (Infos folgen auf Homepage)*

Herbst 2013: Exkursion „PAK-Anlagen in Baden-Württemberg“

Frühling/Sommer 2014: Tagung Dübendorf

#### **Impressum**

Redaktion: Christian Abegglen, Koordinator Plattform  
Es liegt keine gedruckte Fassung vor.

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

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