



## Ausgabe 10 • 09/2013

- 2 • Zukunftsstrategien für Unternehmen und Kommunen vorausschauend gestalten
- 2 • Akkreditierung und Anerkennung des PIA als Europäische Prüfstelle
- 4 • Spurenstoffelimination mittels dynamischer Rezirkulation
- 5 • FiW bringt acwa-Spurenstoff-Kompetenz auf Bundesebene ein
- 6 • PIA als „Technischer Dienst“ in der Binnenschifffahrt anerkannt
- 7 • Exkursion nach Norddeutschland und in die Niederlande
- 8 • Urgesteine der Wasserwirtschaft Prof. Seyfried erinnert sich ...
- 9 • Terra Preta und das Betreibermodell
- 10 • ISA übernimmt wissenschaftliche Begleitung des Spurenstoffprojekts „AdOx Köln“
- 11 • Energiebedarf und Energienutzung im Entwässerungsnetz
- 12 • 10. Aachener Tagung Wasser und Membranen
- 12 • UFOPLAN Projekt „Phosphorrückgewinnung“
- 12 • dynaklim-Symposium 2013
- 12 • Kupferbolzer des ISA gewinnen die Aquamasters 2013
- 12 • Veranstaltungshinweise

## Liebe Leserinnen, liebe Leser!

Trinkwasser ist für den Menschen lebenswichtig und gehört zu den bestkontrollierten Lebensmitteln. Nordrhein-Westfalen hat als bevölkerungsreiches und stark industriell geprägtes Bundesland einen besonders hohen Bedarf an qualitativ hochwertigem Trink- und Brauchwasser.

Eine funktionstüchtige Abwasserbeseitigung ist nicht nur die Grundvoraussetzung für lebendige Gewässer, sie stellt eine unverzichtbare Infrastruktureinrichtung für Staat und Wirtschaft dar. Die Abwasserbeseitigung in NRW hat im nationalen und internationalen Vergleich einen hohen Standard. Trotz der bisherigen Erfolge stehen weitere Handlungsfelder zur Bearbeitung an:

Zur Weiterentwicklung der Abwasserbeseitigung in NRW ist es erforderlich, den Eintrag von Mikroschadstoffen in die aquatische Umwelt zu vermindern. Arzneimittel und viele weitere Spurenschadstoffe bis hin zu Nanopartikeln gelangen über das Abwasser in die Gewässer. Sowohl die Vermeidung des Einsatzes von Mikroschadstoffen als auch die Rückhaltung an der Quelle und die Elimination in kommunalen Kläranlagen müssen geprüft und umgesetzt werden.

In Folge des Klimawandels können kommunale Infrastrukturen durch anhaltende Trockenperioden in den Sommermonaten und durch Überflutungen nach Starkregen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Aktuelle Beispiele zeigen, dass bei extremen Starkregeneignissen das anfallende Niederschlagswasser durch die heutigen Infrastrukturanlagen nicht immer schadlos abgeleitet werden kann.

Der steigende Energiebedarf, die Endlichkeit fossiler Ressourcen und die zu erwartenden Klimaveränderungen erfordern einen deutlichen Wandel in der Energieversorgung und im Energieverbrauch. Dies gilt auch für die Abwasserbeseitigung, die einerseits selbst einen hohen Energiebedarf hat, andererseits aber



auch einen Energieträger erzeugt – die vorhandenen Potenziale sind folglich zu nutzen.

Mit einer gezielten Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der Wasserwirtschaft kann ein Beitrag zur Verbesserung der Gewässergüte geleistet werden. Übergeordnetes Ziel der Förderung ist die Weiterentwicklung des Standes der Technik. Auf diese Weise soll der Einsatz innovativer Technologien unterstützt und ermöglicht werden. Die Ergebnisse dieser praxisorientierten Untersuchungen werden allen Interessierten zur Verfügung gestellt, um so auch die Voraussetzungen für eine rasche Umsetzung zu schaffen. Gleichzeitig werden die Forschungs- und Entwicklungslandschaft in Nordrhein-Westfalen gestärkt und der Umweltschutz vorangebracht.

Die drei Aachener Wasserforschungsinstitute ISA, FiW und PIA sind seit Jahrzehnten bewährte Partner des Umweltministeriums, ich schätze ihre Arbeit und wünsche mir eine Fortsetzung der Zusammenarbeit im Interesse des Gewässerschutzes!

**Minister Johannes Remmel**  
Minister für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen

# Zukunftsstrategien für Unternehmen und Kommunen vorausschauend gestalten

Städte und Gemeinden, Industrie und Gewerbe und die Träger der öffentlichen Daseinsvorsorge stellen sich fortwährend neuen Herausforderungen, die sich aus den kommenden regionalen Klimaänderungen, dem demografischen Wandel, den drastischen Veränderungen im Energiebereich und neuen Technologien ergeben. Obwohl diese Wandelprozesse und Megatrends durch große Unsicherheiten geprägt sind, müssen sie frühzeitig in die Investitions- bzw. Unternehmensplanungen einbezogen werden, damit technische und ökonomische Fehlentwicklungen vermieden werden und kosteneffiziente und langfristig tragfähige Lösungen mit einer breiten Akzeptanz entwickelt werden können.

Welche Auswirkungen können die zu erwartenden klimatischen Veränderungen auf Unternehmen mit ihren Märkten und Lieferketten, auf Wasserverbände oder auf die Lebensqualität unserer Städte haben? Welche Chancen und Risiken ergeben sich aus diesen Veränderungen für Unternehmen, Kunden oder Bürger? Welche Maßnahmen sind geeignet für den Schutz vor Extremniederschlägen oder Stürmen? Gibt es kostenneutrale Lösungen?

Diese und ähnliche Fragen sind Ausgangspunkte für Unternehmen, Kommunen und andere öffentliche Institutionen, die Zukunft ihrer Leistungserbringung und Entwicklung aktiv zu untersuchen und zu planen. *Integriertes Roadmapping* kann diesen Institutionen helfen, intern oder in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren (z. B. Mitgliedern, Kunden, Bürgern, Geschäftspartnern usw.) geeignete Strategien und Maßnahmen vorausschauend zu erarbeiten und zur richtigen Zeit umzusetzen.

## Was ist Integriertes Roadmapping?

*Integriertes Roadmapping* ist eine leistungsfähige Methode der Zukunftsplanung. Es ermöglicht, diverse Einzelaspekte, sektorale Ansätze und laufende Projekte zu bündeln, Kompetenzen und (Nicht-)Wissen zusammenzuführen und unterschiedliche Akteure, Strategien und Interessen zu koordinieren. Das Produkt, das in einem „Roadmap-Prozess“ erarbeitet wird, ist ein umsetzungsorientiertes Handlungsprogramm (die „Roadmap“). Es enthält nicht nur die Ziele, Strategien und andere „Leitplanken“ für die Umsetzung, sondern besteht insbesondere aus einem abgestimmten Set von Maßnahmen, für die zwischen den

Beteiligten auch Zuständigkeiten, voraussichtlich erforderliche Ressourcen und Prioritäten klar vereinbart werden.

Auf Basis des *Roadmappings* im Netzwerk- und Forschungsprojekt *dynaklim*<sup>1</sup> hat das FiW mit der Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs) das *Integrierte Roadmapping* zu einem kompakten Produkt weiterentwickelt und auf die Bedürfnisse von Unternehmen, wasserwirtschaftlichen Akteuren und Kommunen ausgerichtet. Fachkräfte des FiW bereiten einen Roadmap-Prozess gemeinsam mit dem Auftraggeber vor und begleiten die beteiligten Akteure fachlich und moderierend durch folgende Prozessschritte:

- 1. Grundlagen (das „Spielfeld“) klären:** Welche Handlungsfelder und Fragestellungen, welche Akteure, welche Wissenslücken bestehen, was ist bekannt, welche Ziele sollen im Prozess erreicht werden?
- 2. Strategien erarbeiten:** Welche „Bilder der Zukunft“ bestehen (Szenarien und Leitbilder), welche Veränderungsbedarfe ergeben sich daraus, welche Handlungsoptionen sind grundsätzlich denkbar und akzeptabel?

## Akkreditierung und Anerkennung des PIA als Europäische Prüfstelle

Mit der EU-Verordnung 765/2008 wurden 2012 die Vorschriften für Akkreditierung und Marktüberwachung in Europa neu geregelt. Dies wurde notwendig, da sichergestellt werden soll, dass Produkte des freien Warenverkehrs in Europa Anforderungen an ein hohes Niveau in Bezug auf Schutz für Gesundheit sowie Sicherheit für die Umwelt und den Verbraucher gewährleisten. Somit sollen die für die notwendige CE-Kennzeichnung beteiligten Stellen (Prüfstellen und Überwachungsbehörden) gestärkt werden.

Damit die Prüfstellen auf einem hohen Mindestniveau arbeiten, wurde eine Akkreditierung mit der Notwendigkeit eines Qualitätsmanagementsystems für alle Prüfstellen geregelt. Die Akkreditierung gilt als Nachweis der Kompetenz und stellt eine vertrauensbildende Maßnahme zwischen Herstellern, akkreditierten Prüfstellen, Zertifizierungsstellen und Marktüberwachungsbehörden dar.

Für die Akkreditierung mussten erst die Akkreditierungsstellen in den europäischen Mitgliedsländern einheitlich geregelt werden. Die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) nahm 2010 ihre Arbeit auf und nach ersten Gesprächen 2011 stellte das PIA den Antrag auf Akkreditierung.

Neben dem Qualitätsmanagementsystem DIN EN ISO 9001:2008 wurde ein zweites QM-System nach DIN EN ISO 17025 eingeführt, welches für Prüfungen insbesondere Unvoreingenommenheit, Reproduzierbarkeit, Kalibrierung und Dokumentation regelt. Nach etwa zweijähriger Arbeit wurde die Akkreditierung für das PIA 2013 erreicht, und die Eintragung des PIA als Notified Body (NB) nach Bauproduktenverordnung 305/2011 über das DIBt beantragt. Die PIA GmbH ist seit Juni 2013 europäisches Prüflabor und von der EU auf der

offiziellen Webseite unter der neuen Bauproduktenverordnung als Prüfstelle für Kleinkläranlagen und Abwasserhebeanlagen gelistet: [ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando](http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando)

Alle Prüfstellen, die bis Juli 2013 nicht akkreditiert waren, wurden in eine Liste ehemaliger Prüfstellen verschoben und die Prüfergebnisse, die ab diesem Zeitpunkt von diesen Stellen ermittelt werden, sind für den europäischen Markt nicht rechtswirksam.

**PIA**  
 Dipl.-Ing. Elmar Lance  
 e.lance@pia-gmbh.com  
 Elektrotechnikingenieur  
 Tätigkeitsbereiche: Prüfbereichsleitung, Qualitätsmanagement




## Die ADAPTUS-Bausteine



### Flächen und Gebäude

Unternehmensstandorte sind vielfältigen Einflüssen des Klimawandels ausgesetzt. Hochwasser, Starkregen, Stürme etc. können erhebliche Schäden an Flächen und Gebäuden sowie Störungen im Betriebsablauf hervorrufen.



### Produktion und Mitarbeiter

Industrielle Produktionsprozesse und Unternehmensaktivitäten sind teilweise in hohem Maße von dem Klima abhängig (z. B. Niederschlag, Temperatur, Luftfeuchte). Veränderungen der klimatischen Bedingungen beeinflussen somit auch die Produktivität.



### Erreichbarkeit und Versorgung

Die Auswirkungen des Klimawandels können insbesondere im Bereich der infrastrukturellen Versorgung Störungen verursachen. Dabei beeinträchtigen Einschränkungen der Erreichbarkeit und der Versorgung Unternehmensbereiche.



### Technologie- und Marktentwicklung

Die Identifikation aktueller Trends und die Erschließung neuer Märkte und Geschäftsfelder können für einen signifikanten Wettbewerbsvorteil sorgen. Damit kann der Klimawandel auch Chancen für Unternehmen eröffnen.



### Kommunikation und Organisation

Offene Kommunikationsstrukturen, regelmäßige Austauschprozesse und klar definierte Verantwortlichkeiten unterstützen den Umgang mit den neuen Herausforderungen, die durch die Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten entstehen.



### Gesetzliche Vorgaben und Fördermöglichkeiten

Gesetzliche Vorgaben zwingen Unternehmen zu internen Veränderungsprozessen. Dabei können Förderprogramme ggf. die Finanzierung von Maßnahmen unterstützen und die Unternehmensbilanz entlasten.

- 3. Veränderungspfade ausarbeiten:** Welche alternativen Veränderungspfade lassen sich konkretisieren, welche Zwischenschritte und Meilensteine sollten definiert sein?
- 4. Umsetzung planen (Handlungsprogramm/Roadmap):** Welche Maßnahmen sind erforderlich, wer ist zuständig für die Umsetzung, wann/bis wann ist die Umsetzung erforderlich, welche und wessen Ressourcen sind erforderlich?

besondere Herausforderung darin, einerseits zu erkennen, an welchen Stellen der Wertschöpfungskette eines Unternehmens sich z. B. klimatische Änderungen in welcher Weise auswirken. Andererseits kann das frühzeitige Erkennen aktueller Trends national und international neue Märkte und Geschäftsfelder eröffnen und signifikante Wettbewerbsvorteile sichern.

Der Umgang mit Risiken und neuen Trends gehört zum Kerngeschäft von Unternehmen. Allerdings zeigen aktuelle Studien, dass spezifische Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf das eigene Unternehmen häufig fehlen. Damit Unternehmen Risiken sowie Chancen im Hinblick auf den Klimawandel erkennen und gezielt Maßnahmen entwickeln können, hat das FiW in Zusammenarbeit mit der Prognos AG Düsseldorf und dem RUFIS e.V. in Bochum im Rahmen von *dynaklim ADAPTUS* entwickelt, einen Klima-Check für Unternehmen. Die Wirtschaftsförderer des Ruhrgebiets und ausgewählte Unternehmen haben die Entwicklung aktiv begleitet.

Indikatoren basiert zeigt der Check auf, welche Faktoren die Verletzlichkeit des Unternehmens bestimmen und welche Handlungsprioritäten sich daraus ableiten lassen (vgl. Grafik):

- Der **ADAPTUS-Leitfaden** informiert über die Auswirkungen des Klimawandels auf Unternehmen.

Die Ergebnisse werden in einer übersichtlichen Roadmap zusammengestellt, auf deren Basis erste Maßnahmen sofort umgesetzt werden können.

Das *Integrierte Roadmapping* lässt sich je nach Aufgabenstellung, Institution und Verfügbarkeit der zu beteiligenden Akteure mit drei zentralen Workshops in vier bis neun Monaten durchführen (einschließlich aller Vor- und Nachbereitungen).

## ADAPTUS – der Klima-Check für Unternehmen

Während Kommunen möglichst viele unterschiedliche Interessen übereinbringen, um eine breite Akzeptanz für Maßnahmen zu schaffen, sind die Aktivitäten von Unternehmen von klaren Einzelinteressen geleitet. Dabei agieren sie in verzweigten, häufig internationalen Strukturen. Somit liegt die



<sup>1</sup> Dynamische Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet)

Bildquellen: <sup>2</sup> © [renkshot] / shutterstock.com  
<sup>3</sup> © [photobank.kiev.ua] / shutterstock.com

<sup>4</sup> © [auremar] / shutterstock.com  
<sup>5</sup> © shutterstock.com

- Mit dem **ADAPTUS-Schnell-Check** kann die Relevanz des Klimawandels für einzelne Unternehmensbereiche schnell überprüft werden.
- Anschließend kann der Unternehmer mit dem **ADAPTUS-Selbst-Check** seine Handlungserfordernisse identifizieren, Prioritäten festlegen und geeignete Maßnahmen erarbeiten.

**ADAPTUS** steht unter [www.dynaklim.de](http://www.dynaklim.de) zum Download bereit.

Das FiW unterstützt Unternehmen und Kommunen mit seinen langjährigen Projekterfahrungen bei der Anwendung des **ADAPTUS** und der Durchführung eines vollständigen Roadmap-Prozesses.

**FiW**  
 Dipl.-Ing. Jens U. Hasse  
 hasse@fiw.rwth-aachen.de  
 Bauingenieur  
 Bereichsleiter Zukunftsstrategien und Projektkoordination



Dipl.-Geogr. Martina Nies  
 nies@fiw.rwth-aachen.de  
 Stadt- und Wirtschaftsgeographin  
 Tätigkeitsbereich: Zukunftsstrategien, Internationale Zusammenarbeit



# Spurenstoffelimination mittels dynamischer Rezirkulation

Die Entfernung von Spurenstoffen aus Abwasser, die im Ablauf konventioneller Kläranlagen vom unteren ng/l- bis in den mittleren µg/l-Bereich vorliegen, stellt eine neue Herausforderung für die Siedlungswasserwirtschaft dar. Konventionelle Kläranlagen nach dem Stand der Technik entfernen diese Stoffe nur in geringem Umfang bzw. gar nicht. Auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbandes wurde ein neues verfahrenstechnisches Konzept zur oxidativen und adsorptiven Spurenstoffelimination mittels dynamischer Rezirkulation umgesetzt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Elimination von Arzneimittelrückständen aus kommunalem Abwasser“ der Arbeitsgemeinschaft „Spurenstoffe NRW, Teilprojekt 6“ wird unter anderem auch das Verfahren der dynamischen Rezirkulation großtechnisch untersucht.

Die Kläranlage Schwerte hat eine Ausbaugröße von 50.000 Einwohnern und ist auf einen Mischwasserzufluss von maximal 640 l/s ausgelegt, der maximale Trockenwetterzufluss liegt bei 320 l/s. Besonderes Merkmal der Anlage ist der zweistraßige Betrieb der

biologischen Reinigungsstufe mit getrenntem Schlammkreislauf. Durch den parallelen, streng getrennten Betrieb der biologischen Reinigungsstufe ist ein direkter Vergleich der konventionellen Technik auf Straße 1 mit der weitergehenden Verfahrenstechnik auf Straße 2 möglich. Die weitergehende Verfahrenstechnik auf Straße 2 besteht aus einem Rezirkulationsstrom vom Ablauf der Nachklärung in den aeroben Teil des Belebungsbeckens (optional in den Zulauf der Nachklärung) mit Dosiereinrichtungen und Reaktionsvolumina sowohl für die oxidative Behandlung mittels Ozon als auch für eine Adsorption an Pulveraktivkohle (PAK). Der Rezirkulationsstrom wird den Zuflussverhältnissen dynamisch mit dem Ziel einer immer konstanten hydraulischen Beaufschlagung der Nachklärung angepasst. Dies bedeutet, dass sich bei Trockenwetterzufluss und damit einhergehend bei hohen Schadstoffkonzentrationen ein hohes Rezirkulationsverhältnis einstellt und bei höherem Zufluss der Rezirkulationsstrom entsprechend herunterregelt wird (dynamische Rezirkulation), um bei vollem Mischwasserzufluss schließlich auf

Null zu kommen. Die biologische Stufe der Kläranlage Schwerte mit einer vergrößerten Darstellung der Versuchsanlage auf Straße 2 ist in Bild 1 dargestellt.

Zur adsorptiven Behandlung wird dem biologisch gereinigten Abwasser mittels Treibwasserstrahlpumpe eine PAK-Suspension zudosiert. Die PAK-Zugabe erfolgt zuflussproportional in Höhe von 5, 10, 15 und 20 mg<sub>PAK</sub>/l. Bei einer Dosierung in Höhe von 10 mg<sub>PAK</sub>/l und einer Rezirkulationsrate (RZ) von 3,1 lag für die Vielzahl der betrachteten Stoffe die Stoffentnahme zwischen 85 % und 95 %. Für die mäßig bis schlecht adsorbierbaren pharmazeutischen Wirkstoffe Carbamazepin und Sulfamethoxazol, die Industriechemikalien 1H-Benzotriazol und TCPD sowie die Diagnostika Iopamidol und Amidotrizoesäure konnten Eliminationsgrade von 33 % (Iopamidol) bis 78 % (Sulfamethoxazol) festgestellt werden. Durch eine PAK-Zugabe von 15 mg<sub>PAK</sub>/l (RZ = 2,9) konnte für alle Pharmazeutika und die meisten Industriechemikalien eine Elimination von annähernd oder größer 90 % erreicht werden (Bild 2).

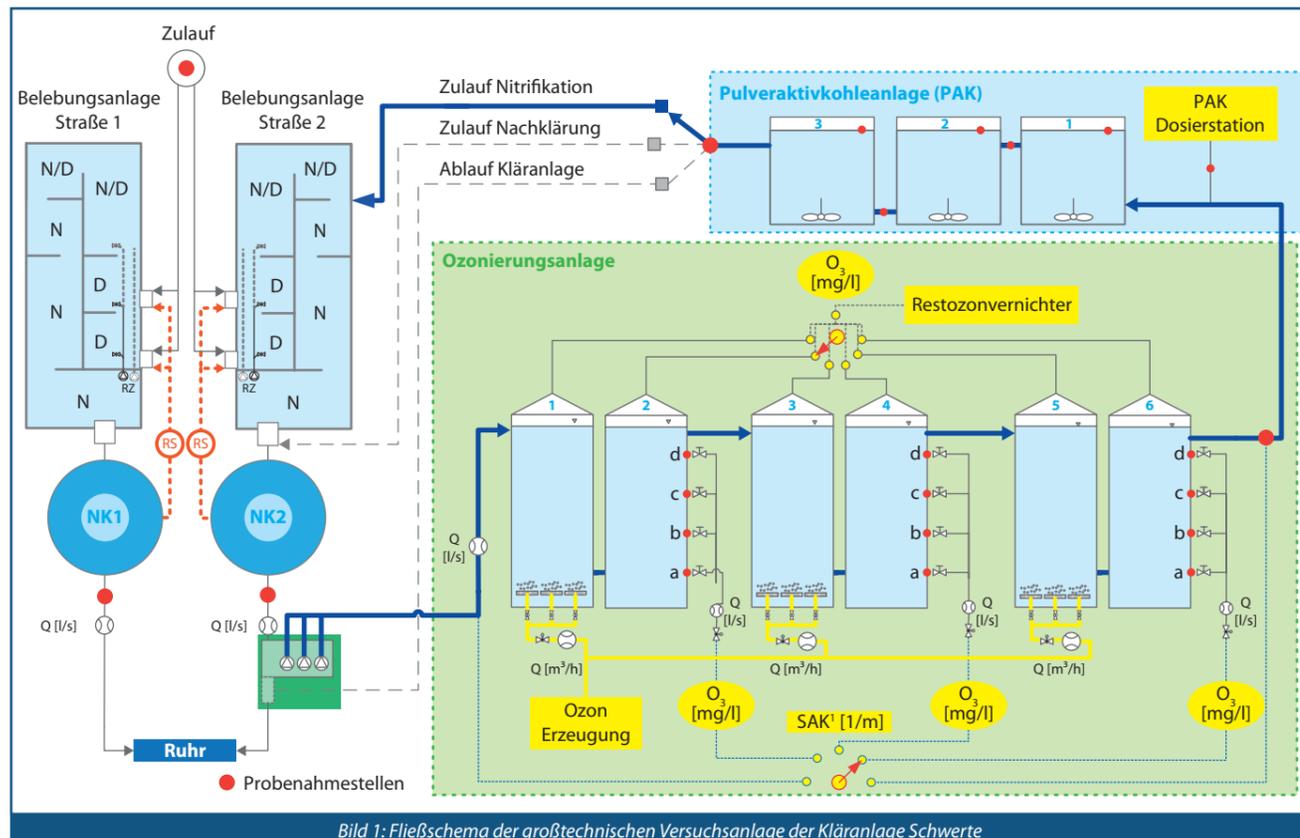
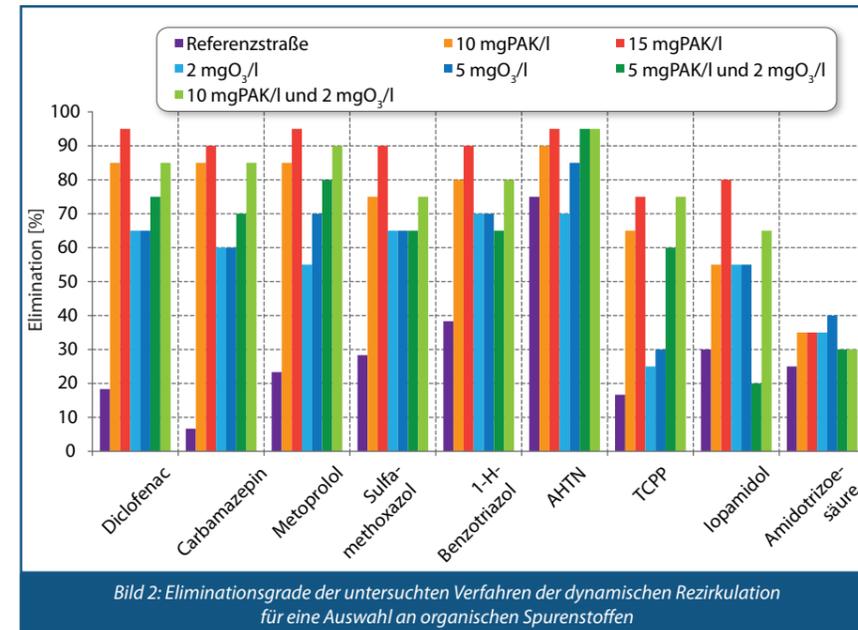


Bild 1: Fließschema der großtechnischen Versuchsanlage der Kläranlage Schwerte

<sup>1</sup> SAK = Spektraler Absorptionskoeffizient



Die oxidative Behandlung erfolgt in den sechs Reaktionsbehältern mit je einem Volumen von rund 32 m<sup>3</sup>, von denen drei Behälter mit Ozon beaufschlagt werden können und die anderen drei als Reaktions- und Abklingbehälter dienen. Die zuflussproportionale Ozonzugabe betrug 2, 5 und 7 mg<sub>O<sub>3</sub></sub>/l. Für alle Arzneimittelwirkstoffe konnte bereits durch eine geringe Ozondosis von 2 mg<sub>O<sub>3</sub></sub>/l (RZ = 3,5) eine Elimination von mehr als 50 % erreicht werden. Bei der zweiten applizierten Ozondosis von 5 mg<sub>O<sub>3</sub></sub>/l (RZ = 3,8) wurde für AHTN ebenfalls die analytische Bestimmungsgrenze erreicht und der Eliminationsgrad konnte von 70 % auf 85 % gesteigert werden, wohingegen für das TCPD und die beiden Röntgenkontrastmittel

für alle drei untersuchten Ozondosen keine signifikante Konzentrationsabnahme erreicht werden konnte. Eine Erhöhung der Ozondosis auf 7 mg<sub>O<sub>3</sub></sub>/l führte zur keiner signifikanten Verbesserung der Ablaufqualität der Straße 2. Die kombinierte oxidative und adsorptive Behandlung zeigte bei geringerer Rezirkulationsrate (RZ = 2,3 bis 2,7) und somit bei vergleichsweise niedrigen Gesamt-Dosierungen bereits Eliminationsgrade von über 65 % bis hin zu 95 %, für die meisten Stoffe bei 70 %. Lediglich für die untersuchten Röntgenkontrastmittel und die phosphororganischen Verbindungen konnten diese Eliminationsgrade nicht erreicht werden (Bild 2).

Die Elimination von Spurenstoffen in kommunalen Kläranlagen sowohl mittels PAK als auch mittels Ozon ist ein technisch auch im praktischen Betrieb kommunaler Kläranlagen beherrschbares Verfahren. Die Ergebnisse zeigen, dass beide verfahrenstechnische Ansätze eine weitergehende Elimination von Spurenstoffen ermöglichen. Bei beiden Verfahren sind die stoffspezifischen chemisch-physikalischen Eigenschaften, wie Löslichkeit, Polarität und Molekülstruktur der zu eliminierenden Stoffe neben der Dosiermenge die wesentlichen Einflussgrößen hinsichtlich des Eliminationsgrads.

Die Untersuchungen wurden auf der Kläranlage Schwerte unter der Projektleitung des Ruhrverbandes durchgeführt. Das Vorhaben wurde durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Die Ergebnisse der zweiten Projektphase werden in Kürze auf der Seite des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen veröffentlicht.

Der Schlussbericht der ersten Phase steht zur Verfügung: [www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/abwasser.htm](http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/abwasser.htm)

**ISA**  
 Dipl.-Ing. Christopher Keyzers  
 keyzers@isa.rwth-aachen.de  
 Entsorgungingenieur  
 Leiter der Arbeitsgruppe Abwasserbehandlung

## FiW bringt acwa-Spurenstoff-Kompetenz auf Bundesebene ein

acwa steht auch für die Aachener Spurenstoff-Kompetenz. Diese Kompetenz bringt das FiW im UFOPLAN-Vorhaben „Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer“ ein. Ziel des Vorhabens ist, geeignete Maßnahmen bzw. Kombinationen von Maßnahmen und ihre Randbedingungen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen über das kommunale Abwassersystem in die Gewässer vorzuschlagen, die sich durch eine optimierte Kosteneffizienz auszeichnen. Das Umweltbundesamt beauftragte dafür ein

internationales Konsortium unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) und fünf weiteren Partnern aus Deutschland und der Schweiz.

Das FiW unterstützt das Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (KIT/IWG) bei der Bewertung der Wirksamkeit von Ertüchtigungsmaßnahmen kommunaler Kläranlagen. Die Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich der Frachtbilanzierung kommen hier insbeson-

dere zum Tragen. Ein weiteres Themenfeld des FiW ist die Frage der Kostenträgerschaft. Antworten und Lösungsvorschläge für diese und weitere Themenfelder sind für das Jahr 2014 zu erwarten.

**FiW**  
 Dipl.-Ing. Paul Wermter  
 wermter@fiw.rwth-aachen.de  
 Ingenieur für Landeskultur und Umweltschutz  
 Bereichsleiter Flussgebietsmanagement

# PIA als „Technischer Dienst“ in der Binnenschifffahrt anerkannt

Im April 2013 wurde die PIA GmbH von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSD) zum Technischen Dienst benannt. Die Anerkennung stützt sich dabei auf die erfolgreiche Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAKKS).

## Binnenschifffahrts-Aktivitäten am PIA werden ausgedehnt

Der Technische Dienst hat die Aufgabe, die Zentralstelle Schiffsuntersuchungskommission/Schiffseichamt bei der WSD Südwest zu unterstützen, die für Genehmigungen und Kontrollen von Bordkläranlagen auf Fahrgastbinnenschiffen zuständig ist. Im Einzelnen werden zukünftig vom PIA folgende Aufgaben übernommen:

1. Prüfung von Bordkläranlagen-Typenreihen gemäß dem Genehmigungsverfahren der Rheinschiffsuntersuchungsordnung Kapitel 14a
2. Durchführung von Vor-Ort-Kontrollen zur Funktionsfähigkeit von Bordkläranlagen und zur Kontrolle der Konformität zwischen geprüfter Testanlage und eingebaute Bordkläranlagen
3. Durchführung von Sonderprüfungen zur Wiederinbetriebnahme stillgelegter Bordkläranlagen

Mit den neuen Aufgaben werden die bisherigen Aktivitäten auf dem Gebiet der Binnenschifffahrt fortgeführt bzw. ausgedehnt. Begonnen hatten die ersten Arbeiten 2002 mit der Beauftragung eines Forschungsprojektes durch das Umweltministerium Nordrhein-Westfalen (damals MUNLV NRW), das sich mit der Entwicklung geeigneter Bordkläranlagen für den Einsatz auf Fahrgastbinnenschiffen beschäftigte. Hintergrund war die Einführung neuer Regelungen zum Umgang mit an Bord anfallenden Abwässern und Abfällen in der Binnenschifffahrt auf dem Rhein. Mitarbeiter des Umweltministeriums waren bei der Erarbeitung des entsprechenden Abfallübereinkommens im Bereich der Schiffsab-

wasserentsorgung stark involviert. Mit dem Forschungsprojekt sollte geprüft werden, ob und wie die neuen Anforderungen umgesetzt werden können.



Prototyp der Schiffskläranlage MS Asbach

In einem mehrstufigen Prozess wurden in Kooperation mit Industriepartnern Bordkläranlagen-Prototypen entwickelt. Als Verfahrenstechnik wurde das Membranbelebungsverfahren gewählt. Es erlaubt, Bordkläranlagen sehr kompakt auszulegen und dem Aspekt limitierter Platzverhältnisse an Bord von Fahrgastschiffen ausreichend Rechnung zu tragen.

Zu Beginn wurden die Prototypen im Pilotmaßstab unter definierten Bedingungen auf dem Testfeld des PIA in Aachen Eignungsprüfungen unterzogen. Anschließend wurden

zwei Prototypen, die sich unter den Testbedingungen bewährt hatten, an Bord des Tagesausflugsschiffs „Asbach“ installiert und dort für die Dauer einer Fahrtsaison in den Jahren 2003 und 2004 betrieben. Ziel war die Betriebsstabilität und Leistungsfähigkeit der Prototypen unter praxisnahen Bedingungen zu untersuchen, Erkenntnisse über Besonderheiten des Schiffbetriebes zu erlangen und Anforderungen baulicher und betrieblicher Art zu erstellen, die Bordkläranlagen generell erfüllen müssen. Als Projektpartner aus der Schifffahrt konnte für dieses Forschungsvorhaben das Traditionsunternehmen Köln-Düsseldorfer Deutsche Rheinschifffahrt AG gewonnen werden.

Die auf dem Prüffeld des PIA erreichten Eliminationsraten wurden mit den Pilotanlagen während des Bordbetriebs bestätigt. Die damals gültigen bzw. auch die aktuellen Überwachungswerte im Ablauf von 180 mg/l CSB (aktuell 125 mg/l) und 40 mg/l BSB<sub>5</sub> (aktuell 25 mg/l) wurden eingehalten.

In einem anschließenden Demonstrationsprojekt (ebenfalls gefördert vom Umweltministerium Nordrhein Westfalen) wurde auf Basis der erzielten Erkenntnisse eine großtechnische Bordkläranlage für das Tagesausflugsschiff MS RheinEnergie der Köln-Düsseldorfer Deutsche Rheinschifffahrt AG dimensioniert, nachträglich während einer Werftliegezeit im Februar



Tagesausflugs- und Eventschiff MS RheinEnergie

2005 an Bord installiert und über den Zeitraum von zwei Jahren bis zum Ende der Wintersaison 2006/2007 unter Reallastbedingungen betrieben. Als Aufstellplatz wurde der hintere Lagerraum im backbordseitigen Schiffsheck genutzt.

Im Zulauf der Demonstrationsanlage wurden CSB-Konzentrationen von 707 bis 3.680 mg/l und BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen von 421 bis 1.800 mg/l gemessen. Die gegenüber den Konzentrationen im Rohabwasser an Bord der Asbach höheren Konzentrationen konnten auf eine umfangreichere Gästebewirtung zurückgeführt werden. Die Demonstrations-Bordkläranlage war ebenfalls in der Lage, die alten und neuen Anforderungen im Hinblick auf die Überwachungsparameter einzuhalten. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass der Einsatz von Bordkläranlagen technisch realisierbar ist und einen Beitrag zur Verbesserung der Entsorgung häuslicher Abwässer in der Binnenschifffahrt leisten kann.

Nach Abschluss der praktischen Forschungsarbeiten an Bord der Tagesausflugsschiffe mündeten anschließend die Forschungsergebnisse am PIA im Jahr 2008 in der Erarbeitung einer Prüfvorschrift für Bordkläranlagen. Mit dieser sollte gewährleistet werden, dass an Bord installierte Abwasserbehandlungsanlagen schiffsspezifischen Anforderungen genügen. Die Prüfvorschrift wurde 2011 in das Typgenehmigungsverfahren für Bordkläranlagen der Zentralkommission der Rheinschifffahrt aufgenommen (Kapitel 14a RheinSchUO). Zur Gewährleistung eines einheitlichen Standards innerhalb der EU wurde das Genehmigungsverfahren wiederum im Jahr 2012 in die EU-Richtlinie 2012/49/EU überführt, um die Richtlinie zu den technischen Vorschriften für Binnenschiffe (RL 2006/87/EG) anzupassen. Die Arbeiten am PIA fanden dadurch internationale Anerkennung.

Nach Inkrafttreten des Typgenehmigungsverfahrens wurde die in den Forschungs-

projekten eingesetzte Verfahrenstechnik im Jahr 2012 zertifiziert. Der Betrieb zweier großtechnischer Bordkläranlagen wurde an Bord von zwei Flusskreuzfahrtschiffen in den Jahren 2011 und 2012 wissenschaftlich begleitet, wobei die damaligen Forschungsergebnisse zur Eignung bestätigt wurden (vgl. acwa-Ausgaben 2012).

Das Engagement im Bereich der Binnenschifffahrt ist ein gutes Beispiel dafür, wie Prüf- und Entwicklungsaktivitäten am PIA erfolgreich kombiniert werden.



Dipl.-Ing. Arndt Kaiser  
kaiser@pia.rwth-aachen.de

Bauingenieur

Tätigkeitsbereiche: Dezentrale Infrastruktursysteme, Betriebs- und Managementkonzepte, Binnenschifffahrt



## Exkursion nach Norddeutschland und in die Niederlande

Seit vielen Jahren unternimmt das ISA in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW) eine mehrtägige Exkursion, um interessante Ziele der Siedlungswasserwirtschaft und des Wasserbaus zu besuchen. Neben 26 Studierenden, die sich im Wasserbereich vertieft haben, waren auch in diesem Jahr die beiden Leiter der Institute, Prof. Pinnekamp und Prof. Schüttrumpf dabei.

Die Teilnehmer besichtigten unter anderem die Kläranlage in Jever samt ihrem wichtigsten Einleiter, der Brauerei des berühmten friesischen Bieres. Im weiteren Verlauf der Exkursion setzte die Reisegruppe nach Borkum über, wo es eine vom Festland unabhängige Wasserversorgung zu bestaunen gab. Die Grundwasserreserven sind hier durch die Insellage auf eine Süßwasserblase beschränkt, die sehr vorsichtig bewirtschaftet werden muss, um Salzwasserintrusion zu vermeiden. Danach ging es über den Abschlussdeich in Richtung Delft. Dort war die Gruppe bei dem Forschungsinstitut Deltares zu Gast, das mit 800 Mitarbeitern weltweit zu den größten Forschungseinrichtungen im Wasserbereich zählt und viele Wissenschaftler auch aus Deutschland anzieht.



Teilnehmer der Exkursion vor dem Emssperrwerk Gandersum

Einen beeindruckenden Schlusspunkt setzte die unterirdische Kläranlage Dokhaven mitten in Rotterdam. Sie hat neben den verfahrenstechnischen Feinheiten, die sich aus dem unterirdischen Betrieb ergeben, einen besonderen Bezug zur RWTH Aachen: Das hier angewendete A-B-Verfahren wurde von Prof. Böhnke in den 1970er Jahren in Aachen entwickelt und findet heute wegen seiner besonderen Energieeffizienz erneut Beachtung. Nach

diesem letzten Ziel und einer spannenden und anstrengenden Woche waren sich alle einig, dass die Zeit zu schnell vorbei war.



Luk Beyerle  
beyerle@isa.rwth-aachen.de

Entsorgungsingenieur, B.Sc.



## Prof. Seyfried erinnert sich ...

### Urgesteine der Wasserwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. Carl-Franz Seyfried

em. Professor und Direktor des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover



**Prof. Dohmann:** Lieber Götz, wenn es um Urgesteine der Wasserwirtschaft geht, dann bist du sicher einer der ganz großen „Gesteinsbrocken“. In zwei Monaten vollendest du dein 88. Lebensjahr und blickst inzwischen auf eine über 60-jährige persönliche Wasserwirtschaftsvergangenheit zurück. Welche Rolle hat für dich in dieser Zeit die Siedlungswasserwirtschaft in Aachen gespielt?

**Prof. Seyfried:** Meine Verbindungen zu einer Stadt oder zu einer Forschungsinstitution waren immer von den dort tätigen Menschen bzw. Kollegen geprägt. Ich kann sagen, ich habe deshalb immer eine gewisse Vorliebe für Aachen empfunden.

**Prof. Dohmann:** Erinnerst du dich noch an deine ersten wasserwirtschaftlichen Aachener Kontakte?

**Prof. Seyfried:** Ja, diese begannen aber eigentlich im Vorfeld des im Jahr 1966 an der RWTH entstandenen Lehrstuhls und Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, also vor etwa 50 Jahren. Ich war damals für die Planung beim Ruhrverband verantwortlich. Der mir vom Lippeverband her bekannte Kollege Botho Böhnke promovierte zu der Zeit als Externer bei Prof. Kehr an der TH Hannover. Prof. Kehr bat mich als seinen ehemaligen Assistenten, die Böhnke'sche Doktorarbeit vorab durchzusehen und ihn auf die Doktorprüfung vorzubereiten. Dies tat ich mit Vergnügen. Nach der erfolgreichen Prüfung ernannte ich von meinem Doktorvater besondere Anerkennung, weil der externe Doktorand so gut vorbereitet war. Meine dabei entstandenen besonderen Kontakte zu Botho Böhnke mündeten nach seiner Berufung an die RWTH in eine jahrzehntelange freundschaftliche Verbindung zu ihm und nach Aachen.

**Prof. Dohmann:** Ich erinnere mich, dass du dem neuen Aachener Professor und seinem

Institut damals einen Großauftrag vermittelt hast, nämlich Untersuchungen und Planungen für die Stadt Kreuztal und die Krombacher Brauerei.

**Prof. Seyfried:** Ja, das stimmt. Durch meine intensiven Verbindungen zur Brauerei Veltins und zur Warsteiner Brauerei war es mir möglich, in Kreuztal den Kollegen Böhnke und sein Institut ins Spiel zu bringen. Das war mir ein besonderes Bedürfnis, nachdem Botho Böhnke im Zusammenhang mit meiner Berufung als Nachfolger von Prof. Kehr auch tätig wurde.

**Prof. Dohmann:** Du hast die meisten der Essener Tagungen erlebt und dabei auch viele Vorträge gehalten. Wie beurteilst du diese Veranstaltungsreihe?

**Prof. Seyfried:** Es war damals ein geschickter Schachzug, diese Veranstaltung unter der Federführung des Aachener Instituts und der gemeinsamen Einbindung der Landesregierung Nordrhein-Westfalen und der wasserwirtschaftlichen Praxis zu organisieren. Deshalb wurde die Essener Tagung nicht nur zur größten europäischen Fachveranstaltungsreihe der Wasserwirtschaft, sondern zur traditionsreichsten. Ich würde mich freuen, wenn ich noch an der 50. Essener Tagung in vier Jahren in Aachen teilnehmen könnte.

**Prof. Dohmann:** Was waren und sind aus deiner Sicht die fachlichen Besonderheiten der Siedlungswasserwirtschaft in Aachen?

**Prof. Seyfried:** Das sind ganz sicher die Aachener Kollegen, die wie kaum anderswo zu finden – Hannover natürlich ausgenommen, für kontinuierlich gute fachliche Arbeiten sorgten. Natürlich war das auch immer mit entsprechend guten Leuten in Aachen verbunden. Mir brachte das Miteinander mit Botho Böhnke, mit dir, meinem Doktorsohn, und mit

dem Kollegen Pinnekamp stets viel Freude und manche weiterführende Erkenntnis. Eines hat sich dabei immer ergeben, dass man offen miteinander umging und sich gegenseitig half.

**Prof. Dohmann:** Lieber Götz, du weißt, dass zur Siedlungswasserwirtschaft in Aachen nicht nur das Hochschulinstitut ISA gehört, sondern auch die Hochschul-An-Institute FiW und PIA. Diese drei Institute haben sich vor einigen Jahren zu der öffentlichkeitswirksamen Plattform „acwa – Aachen Wasser“ verbunden. Herr Prof. Pinnekamp ist das personelle Bindeglied der Institute. Welche Rolle siehst du für diese Konstellation?

**Prof. Seyfried:** Es war sehr weitsichtig, dass seinerzeit Botho Böhnke das FiW entstehen ließ. Fast 20 Jahre später hast du dann das PIA als weiteres Institut geschaffen. Von außen betrachtet habe ich dazu nur Bewunderung erlebt. Viele Hochschulkollegen vermissen nämlich die damit verbundene Flexibilität und zu gewährleistende kontinuierliche Fachkompetenz. Ich habe aber auch die lang zurückliegenden großen Probleme des FiW in Erinnerung, die mir mehrere schlaflose Nächte bescherten, weil ich mich damals in ungewöhnlicher Weise für den Fortbestand des Instituts verwandte. Mit dem PIA hatte ich bisher keine besondere Verbindung.

**Prof. Dohmann:** Was möchtest du an dieser Stelle den Mitarbeitern von acwa sagen?

**Prof. Seyfried:** Die Aachener Siedlungswasserwirtschaft nimmt in Deutschland weiterhin einen der Spitzenplätze ein. Mein Herz wird nach wie vor besonders auch für Aachen schlagen.

**Prof. Dohmann:** Lieber Götz, herzlichen Dank für deine tiefe Verbindung zu den Aachener Siedlungswasserwirtschaftlern. Alle Mitarbeiter von ISA, FiW und PIA wünschen dir weiterhin die außergewöhnliche körperliche und geistige Konstitution, mit der du schon seit Jahrzehnten die Fachwelt bereicherst und die dir einen international bekannten Namen einbrachte.

**FIW**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Max Dohmann  
dohmann@fiw.rwth-aachen.de

Vorstandsmitglied FiW



## Terra Preta und das Betreibermodell<sup>1</sup>

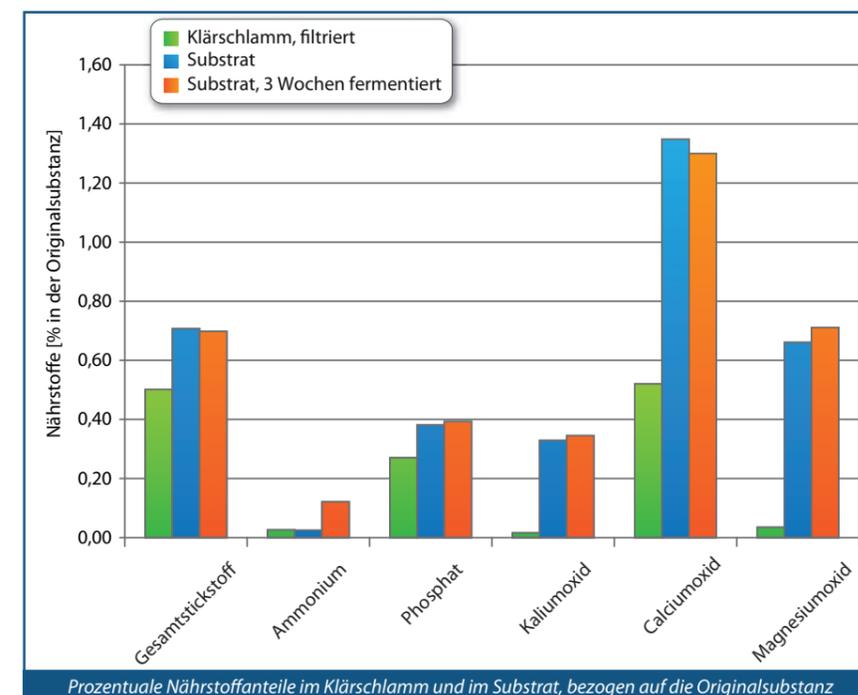
Im Projekt „Terra Preta und das Betreibermodell“ wurde die prinzipielle Eignung von Klärschlamm aus Kleinkläranlagen zur Herstellung eines Kultursubstrats unter Beigabe von Zusatzstoffen (Terra Preta) untersucht. Darüber hinaus wurde ein Konzept für die großtechnische Herstellung von Terra Preta entwickelt.

Das Projekt wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) finanziert. Die Projektkoordination erfolgte durch die Tilia Umwelt GmbH. Neben dem PIA e. V. waren der BDZ e. V., das Institut für Bakteriologie und Mykologie der Universität Leipzig, der Abwasserzweckverband Leisnig, die Rechtsanwälte PETERSEN HARDRAHT und die alles klar GmbH am Projekt beteiligt.

Im Rahmen der Projektarbeit wurden durch den PIA e. V. Klärschlamm- und Substratproben sowie filtrierte Klärschlammproben, die als Grundlage für die Substratherstellung dienen, untersucht. Bei den Klärschlammproben handelte es sich um Mischproben aus sechs verschiedenen Kleinkläranlagen im Verbandsgebiet des AZV Leisnig. Zur Herstellung des Filtrats wurden dem filtrierten Klärschlamm Holzkohle, Sägespäne, Weizenkleie, Bentonit und Gesteinsmehl beigemischt. Des Weiteren wurde dieses Substrat drei Wochen fermentiert.

Die Analysen der Schlamm- und Substratproben umfassten nach Klärschlammverordnung (AbfKlärV) §3 (5) die nachfolgenden Parameter:

- **Allgemeine Parameter:** Trockensubstanz, organische Substanz, mineralische Substanz, pH-Wert
- **Nährstoffe und Nebenbestandteile:** Gesamtstickstoff, Ammonium, Phosphat, Kaliumoxid, Calciumoxid, Magnesiumoxid, Schwefel, basisch wirksame Bestandteile
- **Schwermetalle:** Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink
- **AOX**



Prozentuale Nährstoffanteile im Klärschlamm und im Substrat, bezogen auf die Originalsubstanz

Die Schwermetallkonzentrationen lagen größtenteils weit unterhalb der Grenzwerte der Klärschlamm- und der Düngemittelverordnung. Jedoch wurde bei zwei Klärschlammproben der Grenzwert der Düngemittelverordnung für Quecksilber überschritten. Für die Terra-Preta-Herstellung in der Praxis ist es erforderlich, im Rahmen weiterer Projektarbeiten mit Hilfe von Versuchen qualitativ und quantitativ zu ermitteln, welche Substanzen zu Grenzwertüberschreitungen führen und somit Erkenntnisse über die Ursachen bzw. das Gefährdungspotential zu gewinnen.

Für die Auswertung der Nährstoffgehalte wurden einerseits der Klärschlamm und andererseits das Substrat betrachtet. Bei der Einordnung des Klärschlammes sind die prozentualen Anteile der Nährstoffe bezogen auf die Trockensubstanz maßgebend. Die Einordnung erfolgte in Gehaltsbereiche (nach LUFA Nord-West). Stickstoff, Phosphor und Calcium lagen im mittleren Bereich, Kalium und Magnesium im niedrigen Bereich. Im Hinblick auf die Nährstoffgehalte ist der untersuchte Schlamm für eine landwirtschaftliche Verwertung geeignet.

Für die Einordnung und Kennzeichnung des Substrates ist der prozentuale Nährstoffanteil bezogen auf die Originalsubstanz maßgebend. Durch die Beigabe der Zusatzstoffe wurden Nährstoffe, vor allem Kalium, Calcium und Magnesium, zugeführt. Aufgrund der

vorliegenden Ergebnisse ist von einem hohen Potential für die Herstellung eines Kultursubstrates auszugehen. Für eine Einordnung gemäß Düngemittelverordnung sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

Zur Herstellung eines Kultursubstrates ist für das Ausgangsmaterial „Klärschlamm aus Kleinkläranlagen“ eine Eingangskontrolle wichtig. Die festgestellte Grenzwertüberschreitung bei Quecksilber macht dies deutlich. Die Klärschlämme sollten vor der Weiterverarbeitung auf festgelegte Parameter analysiert werden. Ggf. ist die Herstellung von Terra Preta abzuwägen und hierauf zu verzichten.

Die bisherigen Untersuchungen stellen aufgrund der geringen Anzahl an Proben nur eine Orientierung dar. Für eine Auswertung und Einordnung des Ausgangsmaterials „Klärschlamm aus Kleinkläranlagen“ im Hinblick auf Homogenität bzgl. der Schadstoffe und Nährstoffgehalte sind weitere Untersuchungen mit einem größeren Probenumfang erforderlich.

**PIA**

Dipl.-Ing. Patricia Khan  
khan@pia.rwth-aachen.de

Bauingenieurin

Tätigkeitsbereich: Dezentrale Infrastruktursysteme, Niederschlagswasserbehandlung



<sup>1</sup> Gemäß Förderbescheid liegt die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung bei den Projektbeteiligten.

# Spurenstoffprojekt „AdOx Köln“ – ISA übernimmt wissenschaftliche Begleitung

Die Stadtentwässerungsbetriebe Köln (StEB) AÖR betreiben das Großklärwerk (GKW) Köln Stammheim mit einer Ausbaugröße von 1.570.000 EW<sub>CSB</sub>, die drei kleineren Klärwerke (KW) Langel, Rodenkirchen und Weiden sowie im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes Wahn das Klärwerk Wahn. Alle Anlagen wurden Anfang der 1990er Jahre nach dem damaligen Stand der Technik für eine weitergehende Nährstoffelimination mittels Filtration ausgebaut, da Unsicherheiten bestanden, ob die Einhaltung der Überwachungswerte jederzeit ausschließlich mit der erweiterten biologischen Stufe sicher gewährleistet werden konnte. Dabei kamen für die Anlagen (außer KW Weiden) ein aufwärts durchströmter Flockungsfilter nach dem BIOFOR-Verfahren (Biological Fixed Oxygen Reactor) zur Anwendung. Durch Optimierungen in der biologischen Stufe konnte bei allen Kölner KW die Reinigungsleistung und Betriebsstabilität so weit verbessert werden, dass die ursprüngliche Funktion der Filtrationsanlagen zur Einhaltung der Erlaubniswerte nicht mehr zwingend erforderlich war. Die Filteranlage in Stammheim wird daher im Standby-Modus gefahren. Die StEB beabsichtigen jedoch, die baulichen Anlagen weiterhin für zukünftig ggf. konkrete Anforderungen zur Entfernung von anthropogenen Spurenstoffen weiter vorzuhalten.

Ziel des Projekts „AdOx Köln“ (Ad: Adsorption, Ox: Oxidation) ist es, die für das GKW Stammheim kostengünstigste Variante zur Spurenstoffelimination unter Verwendung der bereits vorhandenen BIOFOR-Filterzellen zu ermitteln. Dabei rückten aufgrund der

spezifischen Randbedingungen vor Ort die Anwendung von GAK (Granulierte Aktivkohle) und Ozon in den näher zu betrachtenden Fokus.

Das ISA wurde seitens der StEB mit der wissenschaftlichen Begleitung des Projekts beauftragt. Projektpartner ist die Hydro-Ingenieure GmbH, Düsseldorf, die ebenfalls schon in unterschiedlichen Spurenstoffprojekten eingebunden war und die daraus resultierenden planerischen Erfahrungen mit einbringen kann. Das Projekt AdOx Köln wird durch das Land NRW gefördert.

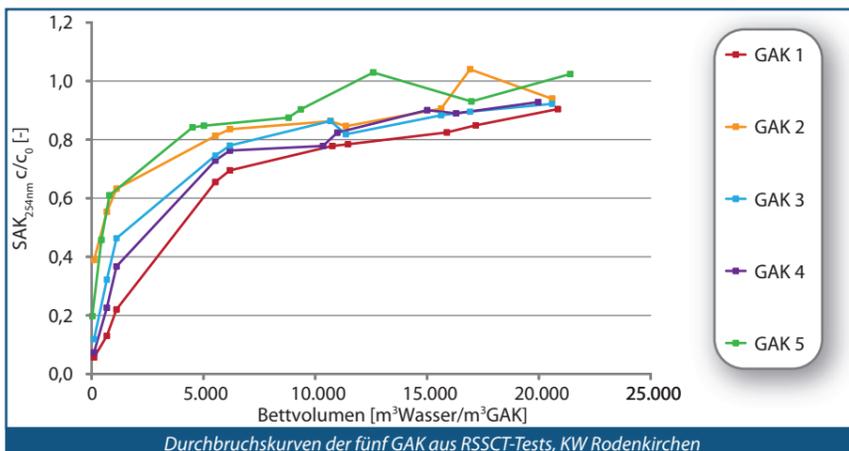
Da die Filteranlage des GKW Stammheim im Standby-Modus gefahren wird, werden die großtechnischen Untersuchungen auf dem KW Rodenkirchen durchgeführt. Ende 2012 wurde ein umfassendes Spurenstoffscreening an mehreren Wochentagen aus Zu- und Ablauf des KW Rodenkirchen und des GKW Stammheim vorgenommen. Die dazu erforderlichen Analysen wurden mittels hochauflösendem GC-MS und LC-MS im Umweltanalytischen Laboratorium des ISA durchgeführt. Ziel des Screenings war es, die Vergleichbarkeit der Abläufe in Rodenkirchen und in Stammheim anhand einer breiten Auswahl an Spurenstoffen zu dokumentieren und ggf. Unterschiede herauszuarbeiten, um die Übertragung der erzielten Ergebnisse vom KW Rodenkirchen auf das GKW Stammheim zu ermöglichen.

Derzeit werden Versuche zur Auswahl der GAK für die spezifischen Abwässer der beiden KW am ISA durchgeführt. Dazu wurde ein Versuchsstand aufgebaut, der es mit Hilfe

sogenannter Kleinsäulenschnellfiltertests (RSSCT: Rapid Small Scale Column Tests) ermöglicht, unterschiedliche GAK hinsichtlich ihrer Spurenstoffelimination miteinander zu vergleichen. Am Beispiel des SAK<sub>254nm</sub> (siehe Bild) werden die Unterschiede der GAK bereits deutlich. Vier der fünf untersuchten GAK wurden bereits in den anderen großtechnischen Projekten auf den KW Düren, Obere Lutter und Gütersloh Putzhagen großtechnisch erfolgreich eingesetzt. Damit können die bestehenden GAK-Erfahrungen optimal in das Projekt AdOx integriert werden. In Bezug auf die Reduzierung des SAK<sub>254nm</sub> zeigen GAK1 und GAK4 die besten Ergebnisse (siehe Bild). Jedoch sind zur abschließenden Bewertung der optimalen GAK neben der Reduzierung der Spurenstoffkonzentrationen auch die Kosten je kg GAK, die Dichte und weitere Parameter mit in die Auswahl einzubeziehen. Nach der Auswahl der GAK schließen sich halbertechnische Untersuchungen auf beiden KW an, um die erzielten Ergebnisse zu validieren.

Neben den Untersuchungen zur GAK wurden Ozonzehrungsversuche im ISA-Labor mit den Abwässern der beiden KW durchgeführt. Die ermittelten Parameter fanden Eingang in ein CFD-Modell (Computational Fluid Dynamics, Modellerstellung Fa. Hydrograv GmbH, Dresden). Das CFD-Modell dient dazu, die BIOFOR-Zelle baulich so auszugestalten, dass ein optimaler Ozoneintrag ins Wasser und damit eine optimale Spurenstoffelimination möglich wird.

Der nächste Schritt wird ein Vergleich beider Technologien durch den Umbau einer großtechnischen BIOFOR-Filterzelle auf dem KW Rodenkirchen sein. Die Ergebnisse sollen dann unter Einbeziehung der Erkenntnisse aus dem Spurenstoffscreening, den RSSCT, den halbertechnischen GAK-Versuchen sowie dem CFD-Modell auf das GKW Stammheim übertragen werden.



**ISA**  
**Dipl.-Ing. Frank Benstöm**  
 benstoem@isa.rwth-aachen.de  
 Ingenieur für Umwelttechnik  
**Tätigkeitsbereiche:** Weitergehende Abwasserreinigung, Filtration und Adsorption, Trinkwasser

# Energiebedarf und Energienutzung im Entwässerungsnetz



Bild 2: Wärmepotentialkarte

Themen der Energiewende sind auch in der Siedlungswasserwirtschaft längst angekommen. Während der Energiebedarf oder die Energieeffizienz der maschinentechnischen Ausrüstung bei der Abwasserreinigung schon länger im Fokus stehen, sind Betrachtungen technischer Einrichtungen im Kanalsystem relativ neu. Hier sind insbesondere die Themen Energieeffizienz von Pumpwerken (Sonderbauwerken) und die Nutzung der Abwasserwärme in der Diskussion.

Die Kanalisation stellt ein wesentliches Element der Abwasserentsorgung dar. Sonderbauwerke sind mit technischen Aggregaten wie MSR-Technik, Pumpen, Armaturen und Reinigungseinrichtungen ausgestattet, die mit elektrischer Energie versorgt werden müssen. Untersuchungen zeigen, dass die Anteile der Energie für den Betrieb der Pump- und Entlastungsbauwerke bis zu 25% des gesamten Energieverbrauchs der Abwasserentsorgung betragen (Bild 1).

## Pumpwerkscheck

Die Grundlage für eine Energieoptimierung bietet ein Pumpwerkscheck. Wesentlicher Bestandteil ist hier die Zusammenstellung der Daten, die den Energieverbrauch der einzelnen Pumpen ins Verhältnis zur geförderten Abwassermenge bringen.

Durch eine Effizienzanalyse und die daraus abgeleiteten Maßnahmen kann im Regelfall eine Reduzierung des Energiebedarfs um bis

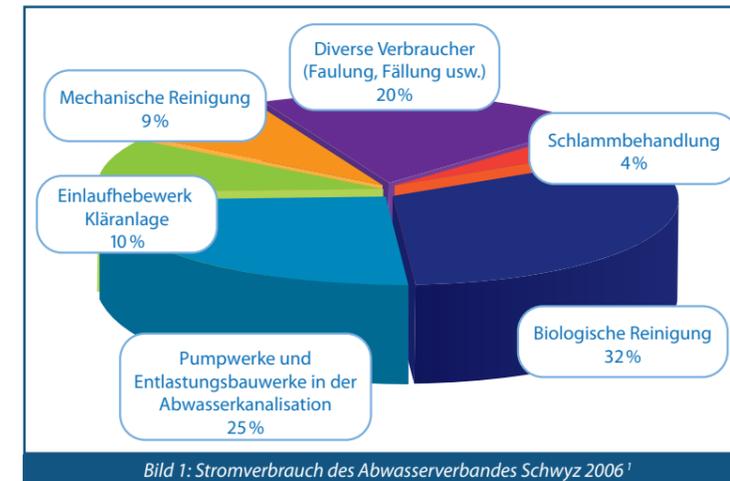


Bild 1: Stromverbrauch des Abwasserverbandes Schwyz 2006<sup>1</sup>

zu 20% realisiert werden. Die dafür umzusetzenden Maßnahmen reichen von der Erweiterung der vorhandenen Meßtechnik über die richtige Auslegung der Grundlastpumpe, der Drehzahlregulierung, der Optimierung des Saugraumes bis hin zu betrieblichen Maßnahmen durch Vergleichmäßigung oder Reduzierung des Zuflusses.

## Wärmepotentialkarten

Abwasserwärme ist unter Beachtung planerischer Randbedingungen eine langfristig verfügbare und „erneuerbare“ Energiequelle. Sie reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Vergleich zu fossil betriebenen Erdöl- oder Erdgasheizungen um bis zu 60%.

Eine Nutzung der Abwasserwärme ist aufgrund technischer Weiterentwicklungen im Bereich der Wärmetauscher- und Wärmepumpentechnologie sowie der bisherigen Energiepreissteigerung aus vielen Standorten wirtschaftlich geworden und stellt eine planerische Alternative zu den fossilen Heizsystemen dar. So liegen die Wärmegestehungskosten einer Abwasserwärmenutzungsanlage im Vergleich zu einer konventionellen Erdöl- oder Erdgasheizung mit 7 bis 11 Cent/kWh im konkurrenzfähigen Bereich. Die Vorteile der Abwasserwärmenutzung kommen allerdings nur bei fundierter Planung der Anlagen zum Tragen.

Als entscheidendes Instrument steht hier die Abwasserwärmepotentialkarte (Bild 2), mit deren Hilfe sich geeignete Standorte für Abwasserwärmenutzungsanlagen innerhalb

des Einzugsgebietes einer Kläranlage identifizieren lassen.

Die Abwasserwärmepotentialkarte bietet sich als Instrument an, um die potenziellen Liegenschaftsbesitzer über die Möglichkeiten zur Nutzung der Abwasserwärme zu informieren. Umgekehrt können, sofern die Karte veröffentlicht wird, Bauherren und Planer über die Potenzialkarte abschätzen, ob ein Gebäude sinnvoll über eine Abwasserwärmeanlage beheizt werden kann.

**fiw**  
**Dipl.-Ing. Marko Siekmann**  
 m.siekmann@fiw.rwth-aachen.de  
 Bauingenieur  
 Bereichsleiter Integrale Siedlungsentwässerung

**Prof. Dr.-Ing. Karsten Müller**  
 mueller@fiw.rwth-aachen.de  
 Bauingenieur  
**Tätigkeitsbereich:** Integrale Siedlungsentwässerung, Energie & Abwasser

<sup>1</sup> BFE (2008): Handbuch Energie in ARA. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) und Bundesamt für Energie. Bern/Zürich, 2008

## 10. Aachener Tagung Wasser und Membranen

„Wasser und Membranen“ lautet auch in diesem Jahr das Leitmotiv der vom Institut für Siedlungswasserwirtschaft und der Aachener Verfahrenstechnik zum 10. Mal veranstalteten Aachener Tagung.

Wir freuen uns, vom **29.-30. Oktober 2013**, erneut ein abwechslungsreiches und anspruchsvolles Programm anbieten zu können, das über viele neue Entwicklungen und Erfahrungen aus bestehenden Anlagen zur Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung mit Membranen informiert. Das Programmkomitee hat ein ausgewogenes Angebot an aktuellen Vorträgen erstellt, die von namhaften Fachleuten aus Hochschulen, Kommunen, Industrie und Ingenieurbüros gehalten werden.

Abgerundet wird die Veranstaltung durch Posterbeiträge und die Firmenausstellung im Foyer des Eurogress, auf der die führenden Unternehmen im Bereich Membrantechnik ihre Produkte und Dienstleistungen vorstellen und sich auf das persönliche Gespräch mit Ihnen freuen.

Die zunehmende Internationalisierung der Tagung findet ihren Ausdruck in der wachsenden Zahl englischer Vorträge und ausländischer Referenten.

Weitere Informationen unter [www.awm.rwth-aachen.de](http://www.awm.rwth-aachen.de).

## UFOPLAN Projekt „Phosphorrückgewinnung“

Im Auftrag des Umweltbundesamtes bearbeitet das ISA mit 3 weiteren Partnern bis Mitte 2014 ein Projekt mit dem Titel „Bewertung konkreter Maßnahmen einer weitergehenden Phosphorrückgewinnung aus relevanten Stoffströmen sowie zum effizienten Phosphoreinsatz“ (KoMa).

In der jüngsten Vergangenheit wurden im Bereich der Phosphorrückgewinnung zahlreiche Forschungsarbeiten erfolgreich abgeschlossen, allerdings ist neben einzelnen Pilotprojekten noch kein Durchbruch derartiger Technologien zu verzeichnen. Ziel des Vorhabens ist daher insbesondere, anhand einer ganzheitlichen Auswertung vorliegender Studien und weitergehender Betrachtungen Strategien und Empfehlungen für konkrete Maßnahmen der Phosphorrückgewinnung und zum effizienten Phosphoreinsatz zu entwickeln. Beispielhaft seien hier genannt:

- Beimischung von rückgewonnenem Phosphor zu herkömmlichen Düngern
- verstärkte Klärschlamm-Monoverbrennung
- vorübergehende Lagerung phosphathaltiger Verbrennungsrückstände
- Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm lagern bzw. Deponien („urban mining“)
- ökonomische Aspekte des Nährstoffrecyclings

## Bitte merken Sie sich vor – dynaklim-Symposium 2013

Das Netzwerk- und Forschungsprojekt *dynaklim* lädt Sie herzlich am **7. November 2013** in das Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund ein. Informieren Sie sich über die Ereignisse aus den *dynaklim*-Pilotprojekten und diskutieren Sie mit zentralen Akteuren in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet), wie der regionale Anpassungsprozess fortgeführt und weiterentwickelt werden kann.

Informationen zum Symposium unter: 0201 104 - 3337 • Anmeldung per E-Mail an [dynaklim-symp2013@fiw.rwth-aachen.de](mailto:dynaklim-symp2013@fiw.rwth-aachen.de)

## Kupferbolzer des ISA gewinnen die Aquamasters 2013

Das Fußballteam des ISA, die Kupferbolzer 05, hat die diesjährige Meisterschaft der deutschen Wasser- und Abfallinstitute (Aquamasters) erstmalig gewinnen können. Dabei setzte sich die Mannschaft gegen hochklassige Gegner aus ganz Deutschland durch. So konnte in einem hochdramatischen Finale der Vorjahressieger und Gastgeber, der FC Turbine Testfilter Berlin, im Elfmeterschießen besiegt werden. Somit konnte der Pokal, der 2007 vom ISA ins Leben gerufen wurde, das erste Mal nach Hause geholt werden.

Die Kupferbolzer freuen sich darauf, die Aquamasters am **17. Mai 2014** ausrichten zu dürfen!

## Veranstaltungshinweise

### 10. AACHENER TAGUNG „Wasser und Membranen“

**29.-30.10.2013** Eurogress Aachen ([www.awm.rwth-aachen.de](http://www.awm.rwth-aachen.de))  
Anspruchspartner: Dr. rer. nat. Michael Krumm ([krumm@isa.rwth-aachen.de](mailto:krumm@isa.rwth-aachen.de))

### dynaklim-Symposium

**07.11.2013** Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund ([www.dynaklim.de](http://www.dynaklim.de))  
Anspruchspartnerin: Dipl.-Geogr. Martina Nies ([nies@fiw.rwth-aachen.de](mailto:nies@fiw.rwth-aachen.de))

### 7th Int. Symposium – Treatment of Wastewater and Waste on Ships (SOWOS)

**15.11.2013** Handwerkskammer Hamburg ([www.pia.rwth-aachen.de/sowos](http://www.pia.rwth-aachen.de/sowos))  
Anspruchspartner: Dr.-Ing. Elmar Dorgeloh ([sowos@pia.rwth-aachen.de](mailto:sowos@pia.rwth-aachen.de))

### 26. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft:

**Getrennte Sammlung von biogenen Abfällen – Qualität der Abfallverwertung**  
**28.11.2013** Forum M der Mayerschen Buchhandlung ([www.aka-ac.de](http://www.aka-ac.de))  
Anspruchspartnerin: Dr. Verena Kölling ([koelling@isa.rwth-aachen.de](mailto:koelling@isa.rwth-aachen.de))

### Water Reuse

**25.02.2014** Ka Eins Ökohaus Frankfurt am Main  
Anspruchspartnerin: Dr. rer. nat. Martina Defrain ([m.defrain@pia-gmbh.com](mailto:m.defrain@pia-gmbh.com))

### 47. ESSENER TAGUNG für Wasser- und Abfallwirtschaft

**19.-21.03.2014** Messe Essen ([www.essenertagung.de](http://www.essenertagung.de))  
Anspruchspartnerin: Dr. Verena Kölling ([et@isa.rwth-aachen.de](mailto:et@isa.rwth-aachen.de))

## Impressum

### Herausgeber:

acwa – Aachen Wasser  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft der  
RWTH Aachen (ISA)  
[www.isa.rwth-aachen.de](http://www.isa.rwth-aachen.de)

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfall-  
wirtschaft an der RWTH Aachen e.V. (FiW)  
[www.fiw.rwth-aachen.de](http://www.fiw.rwth-aachen.de)

Prüf- und Entwicklungsinstitut für Abwasser-  
technik an der RWTH Aachen e.V. (PIA)  
[www.pia.rwth-aachen.de](http://www.pia.rwth-aachen.de)

### Redaktion:

Dr.-Ing. Regina Haußmann  
[haussmann@isa.rwth-aachen.de](mailto:haussmann@isa.rwth-aachen.de)

### Verantwortlich:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp  
[isa@isa.rwth-aachen.de](mailto:isa@isa.rwth-aachen.de)

### Layout:

Cécile Ernst  
[ernst@fiw.rwth-aachen.de](mailto:ernst@fiw.rwth-aachen.de)

### Druck:

sieprath druck service GmbH, Aachen  
[www.sieprath-druckservice.de](http://www.sieprath-druckservice.de)