



Foto © DWA

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Europäische Union steckt als Idee in einer herausfordernden Zeit. Der gemeinsame europäische Gedanke schwindet, in vielen Ländern stehen vermehrt nationale Lösungen zur Diskussion.

Umweltpolitik ist in erster Linie EU-Politik. Die EU stellt seit Jahrzehnten wichtige wasserpolitische Weichen. Die Kommunalabwasserrichtlinie und die Wasserrahmenrichtlinie mit ihren Tochterrichtlinien haben den Schutz unserer Gewässer in den vergangenen Jahrzehnten gewaltig vorangebracht. Gerade

vor diesem Hintergrund ist es sehr wichtig, dass die diesjährige Essener Tagung unter dem Motto „Impulse aus Europa“ stattfindet. Mit der Novellierung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie erfährt die deutsche Siedlungswasserwirtschaft neue umfangreiche Impulse aus Europa. Die DWA wird die Umsetzung dieser wegweisenden Richtlinie eng begleiten, dies gilt auf politischer aber auch auf der operativen Ebene. Wir werden die Politik in der Überführung des europäischen in nationales Recht begleiten und die Unternehmen der Wasserwirtschaft bei der Umsetzung der neuen Vorgaben intensiv unterstützen. Dabei steht insbesondere der Wissenstransfer im Netzwerk der DWA, beispielsweise durch die Vorstellung von Best und Worst-Practice-Projekten, besonders im Vordergrund. Und ich bin mir sicher, dass KARL – so wird die neue Kommunalabwasserrichtlinie kurz bezeichnet – sowohl auf der diesjährigen als auch auf den nächsten Essener Tagungen von großer Bedeutung sein wird. Wir werden die Gastgeberinstitutionen, die übrigens alle DWA-Mitglieder sind, gerne unterstützen.

Wasserwirtschaft und Umweltpolitik stehen für Nachhaltigkeit. Die EU hat dies mit dem Green Deal in den Fokus gerückt und mit der geforderten Energieneutralität der Abwasserbehandlung bis 2045 auch verbindlich konkretisiert. Auch die Nachhaltigkeits-

berichterstattung – Umsetzung der EU-CSR-Richtlinie – bildet hier einen wichtigen Pfeiler.

Auf der Essener Tagung werde ich den Block „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ moderieren. Für mich eine perfekte Kombination von Thema und Veranstaltung. Thematisch, da sich sowohl in der Wasserwirtschaft als auch bei der DWA fast alles um die Nachhaltigkeit dreht. Und zugleich führt mich die Essener Tagung an meine Alma Mater zurück. An der RWTH Aachen habe ich meine wasserwirtschaftlichen Studien begonnen, die Aachener Wasserwirtschaft hat mich bis heute geprägt. Ich freue mich sehr, die Essener Tagung in diesem Jahr als Moderatorin aktiv mitzugestalten und mit vielen Kolleginnen und Kollegen aus der Wasserwirtschaft ins Gespräch zu kommen.

Herzlichst,
Ihre

Lisa Broß
Bundesgeschäftsführerin der DWA



QR-Code scannen und
mehr über acwa auf unserer Website erfahren

www.acwa.ac

INHALT

- 02 Neues Zuhause: FiW e. V. zieht in denkmalgeschützte Ölmühle in Aachen
- 04 Untersuchung eines innovativen Verfahrens zur Spurenstoffelimination im großtechnischen Maßstab im DBU-Projekt „Schwarzes Gold“
- 06 AMPHORE: Wissenschaftliches Monitoring der Phosphorrückgewinnungsanlage in Bottrop startet
- 07 FlexTreat – Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung
- 08 Urbane Wasserwiederverwendung in der südafrikanischen Metropolregion Buffalo City
- 09 ClearWater – Mittels KI und Dualflockung zur optimalen Flockungsmitteldosis
- 10 Prüfverfahren für dezentrale Wasserwiederverwendungsanlagen nach NSF/ANSI 350
- 11 Prüfung eines neuartigen dezentralen Bodenfiltertyps im Rahmen des Projektes StopUP
- 12 Rückblick auf das 22. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium im Maternushaus in Köln
- 12 Veranstaltungen | Impressum

Neues Zuhause: FiW e. V. zieht in denkmalgeschützte Ölmühle in Aachen

Für uns am FiW beginnt eine neue Zeitrechnung. Nach vier Jahrzehnten in Büroräumen der RWTH Aachen sind wir als langfristiger Ankermieter in die grundsanierte Ölmühle am Wildbach Nähe Campus Melaten eingezogen. Mit dem FiW-Festkolloquium am 6. Dezember 2024 wurde die Ölmühle mit Grußworten von Umweltminister Oliver Krischer (MUNV), Prof. Dr. habil. Andrea Kienle (MKW), Bürgermeisterin Dr. Schmeer und RWTH-Prorektor Prof. Wessling offiziell eingeweiht. Unser Ziel ist es im acwa-Verbund, die Ölmühle als einen offenen Innovationsstandort für die Wasserwirtschaft zu etablieren.



Foto © FiW e.V.

Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e. V., An der Ölmühle 4, 52074 Aachen.

Erste urkundliche Erwähnung der „oberen Schurzelter-Mühlen“ am Wildbach unterhalb der Sieben Quellen geht auf Mitte des 13. Jahrhunderts zurück. Erst Getreide-, dann Kupfer-, Papier- und Ölmühle spielte das Wasser am Wildbach immer die entscheidende Rolle, auch als in Zuge der Aachener Textilindustrie die „Färberei Fußgänger“ die Gebäudekomplexe 1891 übernahm. Auf alten Fotos sind Absetzbecken zu erkennen, in denen man versuchte, die mit Farbbrühe verschmutzten Abwässer vor dem Einleiten in den Wildbach aufzubessern. Nach verschiedenen An- und Umbauphasen ist der gesamte Betrieb 1992 eingestellt worden.

Die Gebäude waren fast 30 Jahre dem Verkauf preisgegeben bis Herr Kochs und Herr Daniel 2020 das Grundstück kauften, mit dem Ziel, die denkmalgeschützten Gebäude nach einer aufwändigen Grundsanierung

nutzbar zu machen. Wie es der Zufall (oder die Geschichte der Ölmühle) so wollte, kamen wir als Aachener Wasser-Forschungsinstitut zufällig des Weges, um die Geschichte des Wassers am Standort fortzuführen.

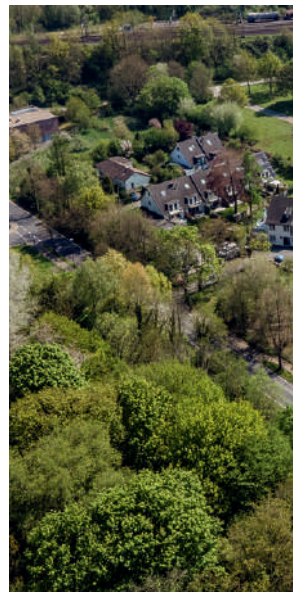
Das FiW war seit seiner Gründung 1979 in Räumen der RWTH Aachen als Mieter untergebracht. Zunächst in der Mies-van-der-Rohe Straße, dem heutigen Standort der IWW „Wasserbau-Halle“, danach in den Räumen des ehemaligen Aixtron-Gebäudes in der Kackertstraße. Der RWTH-eigene Bedarf an Räumlichkeiten ist gestiegen, insbesondere die Medien für die Lehre brauchen in der Kackertstraße mehr Platz. Der Umzug in privatwirtschaftlich vermietete Räumlichkeiten war also von uns keine freie Entscheidung, sondern wurde aufgrund des Raumbedarf der RWTH notwendig.



Foto © FiW e.V.



Foto © FiW e.V./Martin Braun





Vorher-Nachher Innenansicht.

Die neu sanierten Räumlichkeiten sind herrlich: lichtdurchflutet, kollaborativ, individuell – Tradition und Klimazukunft verbindend. Bei Führungen unseres neuen Zuhauses war die Begeisterung unserer Gäste spürbar. „Glückwunsch, die Ölmühle passt ideal zum FiW.“ „Tolle Atmosphäre, wie hier Altes und Neues verbunden wurde, so sieht Klimazukunft aus.“ Nach vielen Jahren auf zwei Etagen und zwei Straßenseiten sind wir stolz mit der Ölmühle einen so attraktiven Standort gefunden haben, in dem das Team wieder näher zusammenrücken kann. Die höheren Raumkosten trauen wir uns zu auch langfristig zu stemmen – mit enormen Chancen für die Zusammenarbeit im Team und die Zusammenarbeit mit Ihnen, unseren Mitgliedern, Partnern und Kunden. Wir freuen uns, dass nun im Januar 2025 das gaiac – Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V. als alter und neuer Nach-

bar in das Nebengebäude eingezogen ist. Die Firma Xylem Water Solutions GmbH, seit Dezember auch neues Mitglied des FiW Trägervereins, hat sich entschlossen, Räumlichkeiten in der Ölmühle zum Aufbau des Xylem Innovation Hubs Europe anzumieten und strebt eine vertiefte Zusammenarbeit mit uns als Innovationstreiber an.

Wir bieten außerdem unserem Partnernetzwerk die Möglichkeit, Tagungen mit bis zu 60 Personen mit modernster Videokonferenztechnik in der Ölmühle auszurichten.

Wir freuen uns auf Ihren ersten Besuch in unseren neuen Räumlichkeiten.



Foto © FiW e.V. /Martin Braun



Foto © FiW e.V. /Martin Braun

Festkolloquium und Forschungsbeitrat am 6.12.2024.



Foto © FiW e.V.



Foto © FiW e.V. /Martin Braun



Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e. V. (FiW)

Dr. sc. Dipl.-Ing. Frank-Andreas Weber
Geschäftsführer
weber@fiw.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Natalie Palm
Kaufmännische Leitung
palm@fiw.rwth-aachen.de

Schwarzes Gold

Im DBU-Projekt „Schwarzes Gold“ wurde ein innovatives Verfahren zur Spurenstoffelimination im großtechnischen Maßstab untersucht. Bei der simultanen PAK-Dosierung wurde anstelle eines konventionellen Filters ein adaptives Einlaufsystem in der Nachklärung genutzt, um die Aktivkohle aus dem Abwasserstrom zu entfernen. Die PAK-Abtrennung konnte erfolgreich implementiert und gleichzeitig eine effiziente Spurenstoffentfernung erreicht werden.

Durch die Novellierung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) rückt die Elimination von Spurenstoffen mehr in den Fokus. Daher müssen viele Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe erweitert werden. Darüber hinaus fordert die Novelle eine mittelfristige Energieneutralität der Abwasserreinigung. Für die Elimination von Spurenstoffen stehen

unterschiedliche Verfahren zur Verfügung. Eine häufig untersuchte und bereits angewandte Variante ist der Einsatz von Pulveraktivkohle (PAK). Hierbei ist zu beachten, dass eine zuverlässige PAK-Abtrennung vor dem Ablauf der Kläranlage wichtig ist, da bereits ein geringer PAK-Schlupf einen hohen Spurenstoffaustrag bedeutet. In dem von der DBU geförderten

Projekt "Schwarzes Gold" wurde eine innovative Methode entwickelt, um Spurenstoffe in kommunalen Kläranlagen mithilfe einer biologischen PAK wirksam zu eliminieren sowie eine spätere Abtrennung der PAK sicherzustellen. Das Projekt wurde zusammen mit der Firma hydrograv GmbH aus Dresden, der Ingenieurgesellschaft atd GmbH aus Aachen und der

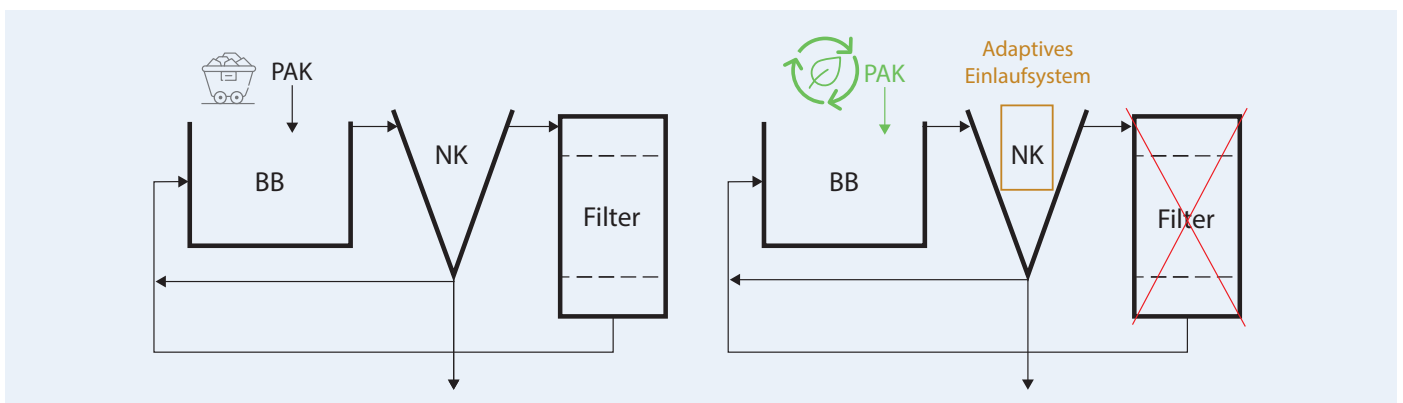


Abb. 1: Verfahrensschema einer konventionellen PAK-Adsorptionsstufe mit nachgeschaltetem Filter (links) im Vergleich zum innovativen hydrograv Adapt-PAK System (rechts).

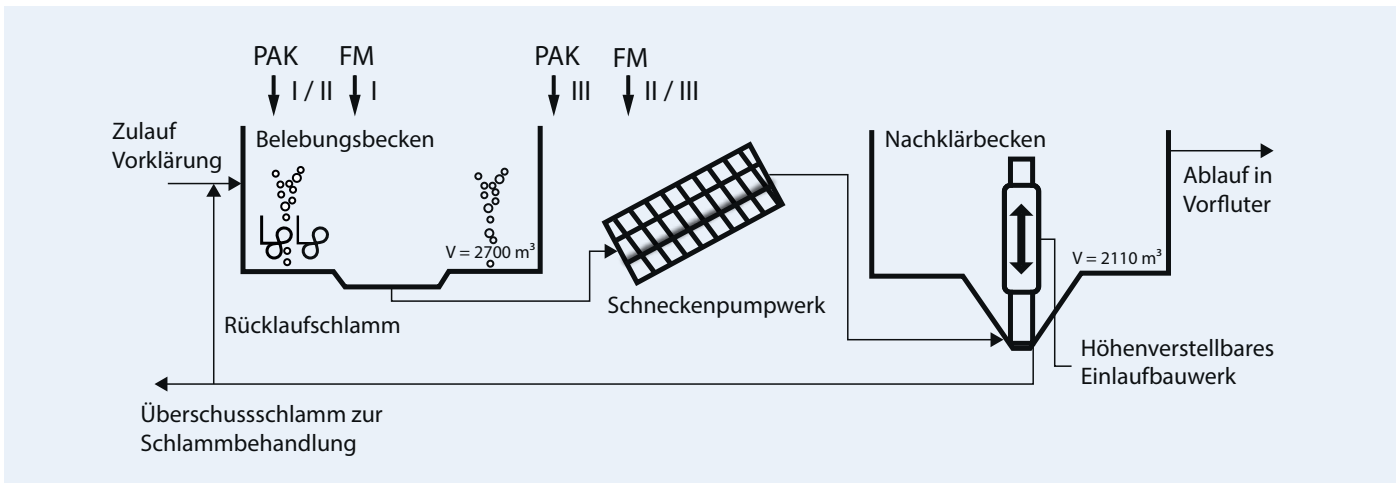


Abb. 2.: Übersicht der Versuchsphasen anhand des Verfahrensfließschemas in Abhängigkeit der Dosierstellen von PAK und FeClSO_4 .

Stadt Bad Berleburg durchgeführt. Das Projekt konzentrierte sich auf den Einsatz von PAK aus nachwachsenden Rohstoffen, sowie auf die Implementierung eines adaptiven Einlaufsystems (Hydrograv Adapt-PAK) in der Nachklärung. Es wurde getestet, ob durch das Adapt-PAK System ein nachgeschaltetes Filterbauwerk nicht mehr erforderlich ist. Zentrale Aspekte des Projekts sind neben einer zuverlässigen Spurenstoffelimination, die Reduktion von CO_2 -Emissionen und die Minimierung des Flächenverbrauches durch den Wegfall eines Filterbauwerks.

Die großtechnischen Versuche wurden auf der Kläranlage in Bad Berleburg im Siegen-Wittgensteiner Land durchgeführt. Bei der Anlage handelt es sich um eine Kläranlage der Größenklasse 4 mit ca. 20 000 angeschlossenen Einwohnern und ist einstraßig ausgeführt. Das Nachklärbecken wurde bereits im Jahr 2013 mit dem höhenverstellbaren Einlaufsystem „hydrograv Adapt“ ausgerüstet. Dieses regelt in Abhängigkeit des Schlammspiegels und des Durchflusses die Einlaufhöhe in das Becken und optimiert dadurch die Strömungsführung und die Schlamm sedimentation. Während der Versuche wurde für die simultane Dosierung der PAK in das Belebungsbecken die mobile Pulveraktivkohle Lager- und Dosieranlage der Firma Schaub verwendet. Der Versuchszeitraum fand über 16 Wochen von Mai bis September 2024 statt und gliederte sich in drei Phasen. Es wurde kontinuierlich PAK dosiert und zudem der Ort der PAK – und der Fällmittel – Dosierung variiert. Als Fällmittel kam Eisenchloridsulfat (FeClSO_4) zum Einsatz. Eine Übersicht über Dosierstellen von PAK und FeClSO_4 in den unterschiedlichen Phasen ist in Abbildung 2 zu sehen. Über den gesamten Versuchszeitraum wurde der PAK-Schlupf im Ablauf der Kläranlage mit der TOC-Gradienten Methode

bestimmt. Der PAK-Schlupf lag größtenteils unter der Bestimmungsgrenze von $0,1 \text{ mg/L}$. Dieser PAK-Schlupf ist vergleichbar mit nachgeschalteten Filtern. Die Leistungsfähigkeit der Nachklärung konnte gesteigert werden, was sich an der Reduktion der AFS- und CSB-Konzentrationen im Ablauf zeigte. Zudem wurde eine verbesserte Schlamm entwässerung beobachtet, was durch die im Schlamm enthaltene PAK zu erklären ist.

Des Weiteren wurde der Einsatz und die Effizienz der PAK aus biogenen Ressourcen erprobt. Die über den Versuchszeitraum gemessenen mittleren Spurenstoffeliminationen für 12 Leitsubstanzen ergab sich zu mindestens 80%. In der Spitze wurde eine Eliminationsleistung von bis zu 95% erreicht. Dies würde die Anforderung der Novelle der EU-KARL erfüllen. Im ökobilanziellen Screening ergab sich im Vergleich zwischen einer PAK aus biogenen Ressourcen und einer PAK aus fossilen Ressourcen eine Verringerung der Emissionen um 50% für die PAK aus biogenen Ressourcen.

Im ökobilanziellen Screening wurden neben dem Vergleich zwischen biogener und fossiler PAK auch unterschiedliche Filter-Verfahren evaluiert. Dafür wurden ein diskontinuierlicher und ein kontinuierlicher Sandfilter sowie ein Tuchfilter mit der Anwendung des adaptiven Einlaufsystems verglichen. Letzteres zeigte im Vergleich zu den anderen Verfahren den geringsten CO_2 -Fußabdruck. Es ist jedoch anzumerken, dass die Produktion der PAK für über 90% der CO_2 -Emissionen verantwortlich ist. Daher sind vor dem Hintergrund der Ökobilanzierung der Ursprung und die Produktion der PAK die maßgebenden Faktoren.

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Kläranlagen ist durch die Begleitung des

Versuchs mit CFD-Simulationen sichergestellt worden. Da Messungen keinen signifikanten Einfluss des Aktivkohleeinsatzes auf das Absatzverhalten des Schlammes oder weitere Prozesse in der Nachklärung gezeigt haben, war eine Anpassung des bestehenden Modells nicht erforderlich.

Das adaptive Einlaufsystem in Kombination mit Aktivkohledosierung bietet eine effiziente Verfahrensoption im nachhaltigen Gewässerschutz, indem es eine zuverlässige Spurenstoffentfernung gewährleistet und eine über 99%ige PAK-Abtrennung ohne nachgeschaltete Filtration ermöglicht. Zudem ist das Verfahren ressourcenschonend im Sinne der ökobilanziellen Betrachtung vor allem bei Verwendung von PAK biogenen Ursprungs. Durch den praktischen Nachweis der Wirksamkeit wird zudem das Investitionsrisiko reduziert, was eine kosteneffiziente Integration in bestehende Kläranlagen als vierte Reinigungsstufe erlaubt.

Gefördert von



Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

Tom Krämer, B.Sc.
Studentische Hilfskraft
t.kraemer@isa.rwth-aachen.de
Hannah Ingendae, M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
ingendae@isa.rwth-aachen.de

AMPHORE – Wissenschaftliches Monitoring der Phosphorrückgewinnungsanlage in Bottrop startet



Im BMBF-Projekt AMPHORE wird eine Entscheidungsgrundlage für die zukunftssichere, wirtschaftlich und ökologisch optimierte Gestaltung der regionalen Klärschlammverwertung mit integrierter Phosphorrückgewinnung entwickelt. Nach erfolgreicher Fertigstellung wurde die Demonstrationsanlage mit dem nasschemischen Rückgewinnungsverfahren PARFORCE in Betrieb genommen.

Die Klärschlammverordnung sieht aufgrund der Ressourcenverknappung und Importabhängigkeit ab 2029 eine verbindliche Phosphor-Rückgewinnung im Zuge der Klärschlammmentsorgung vor. Laut einer Umfrage der Deutschen Phosphor-Plattform hatten bis 2023 fast die Hälfte der befragten Kläranlagenbetreiber noch kein konkretes Konzept zur Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen. Zudem gibt es derzeit auf dem Markt nur wenige Verfahren, die dieses lebenswichtige Element im großtechnischen Maßstab rückgewinnen können.

zur Pilotierung gewählt. In diesem Prozess wird Phosphor aus der Klärschlammmasche unter Zugabe von Salzsäure in die Flüssigphase extrahiert. In weiteren Prozessstufen wird diese mithilfe von Ionenaustauschern und Elektrodialyse aufgereinigt, sodass am Ende eine hochwertige Phosphorsäure entsteht. Als Co-Produkte fallen Aluminium- und Eisensalze an, die als Fällmittel in der Kläranlage eingesetzt werden können. Die Pilotanlage mit einem Durchsatz von bis zu 1.000 t/a wurde inzwischen erfolgreich in Betrieb genommen und konnte die erste Phosphorsäure aus Asche erzeugen.

der Inbetriebnahme wurden weitere Messprozeduren für Flüssigproben entwickelt und etabliert, sodass weitere Stoffströme wie Klarfiltrat, Diluate oder Rohsäuren analysiert werden können. Die RFA-Messergebnisse wurden verifiziert und liefern zuverlässige, plausible Ergebnisse, insbesondere bei Chlorid und den Hauptelementen der Aschen wie Phosphor, Eisen, Aluminium und Calcium (Abbildung). Auf diese Weise lässt sich vor Ort auch die Einhaltung des gesetzlich geforderten Phosphor-Rückgewinnungsgrads von mindestens 80% überprüfen.

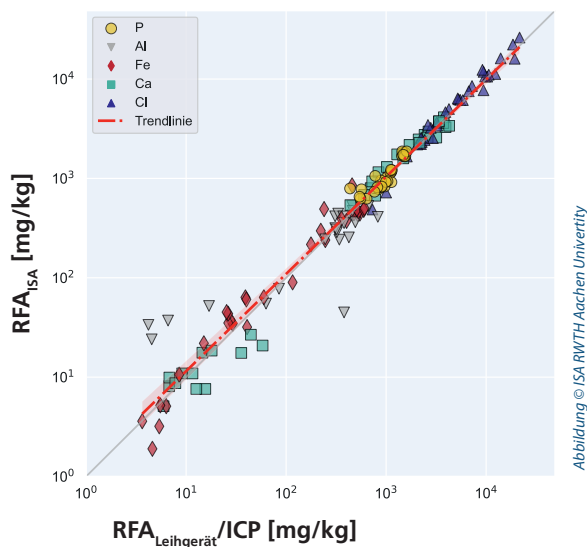


Abbildung: Vergleich der RFA-Messergebnisse mit Referenzwerten von RFA-Leihgerät und ICP-Analysen (logarithmische Skala; $r = 0,99$ | $p < 0,01$)

An diesen Herausforderungen arbeitet das ISA im Projekt AMPHORE gemeinsam mit fünf Wasserverbänden in Nordrhein-Westfalen und weiteren Partnern aus Planung und Wissenschaft, um ein tragfähiges Lösungskonzept für das Ruhrgebiet zu entwickeln. Das Projektgebiet umfasst etwa 9 % des deutschen Klärschlammfalls aus 139 Kläranlagen. Um wertvolle und praxisnahe Erkenntnisse für das Konzept zu sammeln, wurde im Projektverbund das nasschemische PARFORCE-Verfahren

und Reststoffe. Für die begleitende Analytik wird die Ionen-Chromatographie (ICP) als standardisierte Analysemethode verwendet. Zusätzlich setzt das ISA eine mobile Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) zur Elementanalyse ein, die es ermöglicht, Messwerte direkt vor Ort in kürzester Zeit zu erheben und für die Prozessüberwachung und -steuerung zu nutzen. Ursprünglich war die RFA für die Messung von Feststoffen wie Asche und Ascherückstand nach dem Säureaufschluss geplant. Im Zuge

der Inbetriebnahme und begleitet die Pilotanlage mit wissenschaftlichen Untersuchungen. Für das Jahr 2025 sind verschiedene Betriebsphasen geplant, um unterschiedliche Aschequalitäten aus dem Verbundgebiet zu behandeln. Ziel ist es, Erkenntnisse über die prozessinternen Auswirkungen unterschiedlicher Eingangsgüten und variierender Prozesseinstellungen zu gewinnen. Im Fokus der Untersuchung stehen dabei die Bilanzierung des Betriebsmittelbedarfs des Prozesses sowie die Bewertung der Qualität der Produkte

Die Ergebnisse aus dem monatelangen Versuchsbetrieb werden umfassend ausgewertet und fließen in ein Stoffstrommodell ein, um eine ganzheitliche Bewertung des Gesamtkonzepts zu ermöglichen. Das Konzept soll den Wasserverbänden eine Entscheidungsgrundlage bieten, um ein langfristiges, möglicherweise gemeinsames Phosphor-Recycling im Projektgebiet umzusetzen. Zudem ist angestrebt, eine Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Regionen zu ermöglichen.

Gefördert vom



Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen University

Hiep Le, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
le@isa.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. David Montag

Oberingenieur und
Leiter AG-Ressourcenmanagement
montag@isa.rwth-aachen.de

FlexTreat – Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung

Ziel des Vorhabens FlexTreat- „Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft“ war es, durch die Entwicklung und Demonstration flexibler und an die landwirtschaftlichen Bedürfnisse angepasster technischer und naturnaher Aufbereitungssysteme die sichere Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft zu fördern. Das Projekt wurde im Oktober 2024 im Rahmen einer Abschlusskonferenz der Fördermaßnahme „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) erfolgreich beendet. Die Veröffentlichung des Abschlussberichtes steht noch aus.

Perspektiven für die Praxis

FlexTreat leistet einen Beitrag, die Umsetzung von Wasserwiederverwendungsprojekten in Deutschland durch eine verbesserte Risiko einschätzung, Erfahrungswerte aus dem Betrieb relevanter Technologien sowie die Betrachtung weiterer relevanter Faktoren voranzubringen. Ein besonderer Fokus liegt hierbei darauf, Synergieeffekte von konventionellen Technologien, welche für die Spurenstoffelimination genutzt werden, sowie von ergänzenden Behandlungsschritten zur Desinfektion von Abwasser zu identifizieren und zu quantifizieren.

Angesichts der Rechtslage zur Zeit des Projektes (EU VO 2020/741 geltend, DWA M-1200 ausstehend und Vorschlag zur Überarbeitung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie vorliegend) ist zu erwarten, dass sowohl (durch das DWA-M1200 spezifizierte) gesetzliche

Anforderungen an wiederverwendetes Wasser, aber auch die Spurenstoffelimination mittelfristig auf kommunalen Kläranlagen umzusetzen sind. Die Kombination von Verfahren zur Erreichung beider Qualitätsziele birgt ein großes Synergiepotential. FlexTreat Ergebnisse zeigen: Von einer verpflichtenden Spurenstoffelimination ausgehend ist der ökonomische Aufwand zur Erreichung der Qualität für die Wasserwiederverwendung sehr gering.

Gemeinsam mit einem verbesserten Verständnis für mögliche Risiken, dem Aufzeigen von Möglichkeiten zur Prozessüberwachung und der Betrachtung realer Anwendungsfälle sowie außerdeutscher Marktpotentiale liefert FlexTreat wissenschaftlich fundierte Antworten auf offene Fragestellungen im Prozess der Gestaltung der deutschen Gesetzgebung für die Wasserwiederverwendung. Gleichzeitig wird der Stand der Wissenschaft um zahl-

reiche Aspekte erweitert, welche der Wasserwiederverwendung und berührende Themen langfristigen Fortschritt ermöglichen.



QR-Code scannen und mehr über FlexTreat erfahren.

Gefördert vom



Vertreter:innen des FlexTreat Konsortiums

Foto © FlexTreat



Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen University

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Wintgens

Wissenschaftliche Leitung
wintgens@isa.rwth-aachen.de

Max Zimmermann, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
zimmermann@isa.rwth-aachen.de

Inka Schirm, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
schirm@isa.rwth-aachen.de



Urbane Wasserwiederverwendung in der südafrikanischen Metropolregion Buffalo City

Foto © FiW e.V.

Südafrika erlebt regelmäßig Wasserkrisen, die durch mehrjährige Dürreperioden und eine veraltete Infrastruktur verschärft werden. Eine vielversprechende Strategie zur Erschließung ungenutzter Wasserressourcen ist die Wiederverwendung von Abwasser. Viele Kläranlagen stoßen jedoch aufgrund des hohen Energiebedarfs, Überlastung und Investitionsbedarf an ihre Grenzen. Im Modellprojekt ecReUse werden vor diesem Hintergrund Demonstrationsanlagen zur Abwasseraufbereitung, -wiederverwendung und Energieerzeugung auf einer Kläranlage im Ostkap implementiert.

In einigen Regionen Südafrikas stellt die Wasserversorgung eine erhebliche Herausforderung dar. Verschiedene Teile des Landes sind regelmäßig von Dürreperioden und daraus resultierender Wasserknappheit betroffen. Eine dieser Regionen ist das Ostkap, die Zielregion des Modellvorhabens ecReUse. Neben klimatischen Faktoren tragen auch ein generell steigender Wasserbedarf, insbesondere in den Städten mit hoher Zuwanderung, sowie unterdimensionierte und veraltete Wasser- und Abwasserinfrastruktur zur mangelnden Versorgungssicherheit bei. Viele Kläranlagen in Südafrika weisen Sanierungsstau auf, während gleichzeitig ausgebildete Fachkräfte fehlen. Die Wasserknappheit betrifft nicht nur die Bevölkerung, sondern auch die Industrie und Landwirtschaft. Ähnlich wie die Wasserversorgung ist auch die Stromversorgung nicht gesichert, was zu Stromausfällen führt. Die Wasser- und Energiekrise der vergangenen Jahre hat dazu geführt, dass Unternehmen in einigen Branchen Schwierigkeiten haben, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Das Projekt ecReUse hat das Ziel, die Wassernutzungseffizienz zu erhöhen und die Wasserverfügbarkeit und -qualität für Industrie, Landwirtschaft und Bevölkerung zu verbessern. Ein entscheidender Faktor, um den Druck auf die begrenzten Frischwasserressourcen zu verringern, ist die Wasserwiederverwendung. Abwasser aus kommunalen Kläranlagen stellt eine ungenutzte und von Niederschlägen weitgehend entkoppelte Rohwasserressource dar. Im Rahmen des Projekts werden daher Pilotanlagen in einer

Kläranlage in der Metropolregion Buffalo City installiert. Damit soll ein Technologie- und Konzeptnachweis zur industriellen und landwirtschaftlichen Wiederverwendung von Abwasser erbracht und gleichzeitig das Potential zur Erhöhung der Ressourcennutzungseffizienz in südafrikanischen Kläranlagen ermittelt werden. Konkret setzt das Projekt an drei Stellen an: der Aufbereitung von Abwasser zur Wasserwiederverwendung, der energetischen Optimierung der Kläranlagen und stofflichen Verwertung des Klärschlammes sowie der Aufbereitung von Abwasser aus der Nachklärung zur Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft.

Der Einsatz wartungsarmer Membranmodule in einem Membran-Bioreaktor (MBR) ermöglicht die Erreichung hoher Wasserqualitätsstandards zur Wasserwiederverwendung im industriellen Kontext. Die pilothafte Erweiterung der Kläranlage um eine Vorklärung und einen anaeroben Reaktor dient dazu, das Energieeinsparpotenzial durch reduzierte Belüftung im Belebungsbecken aufzuzeigen und gleichzeitig die Biogasgewinnung für die Energieerzeugung praxisnah zu demonstrieren. Die verbleibenden Feststoffe können zudem zu Düngemitteln oder Bodenhilfsstoffen für die Landwirtschaft weiterverarbeitet werden. Durch den Einsatz eines kontinuierlichen Sandfiltersystems wird außerdem das Abwasser aus der Nachklärung so aufbereitet, dass qualitativ hochwertiges Rohwasser für eine anschließende landwirtschaftliche Wiederverwendung in einem Aquaponik-System bereitgestellt wird.

Neben der Demonstration von Prozessen und Technologien zur Optimierung der Ressourcennutzung dienen die Pilotanlagen auch als Schulungsumgebung, um Personal im sicheren Umgang mit den Technologien auszubilden.

Das Projekt bietet nachhaltige Lösungen für die Herausforderungen der Wasser- und Energieversorgung in Südafrika und trägt gleichzeitig dazu bei, Nutzungskonflikte zu vermeiden und Synergien zur Erreichung der Nachhaltigen Entwicklungsziele zu schaffen.

Gefördert vom



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e.V. (FiW)

Dr.-Ing. Manuel Krauß

Bereichsleiter Intern. Zusammenarbeit
krauss@fiw.rwth-aachen.de

Matthias Hirt, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
hirt@fiw.rwth-aachen.de

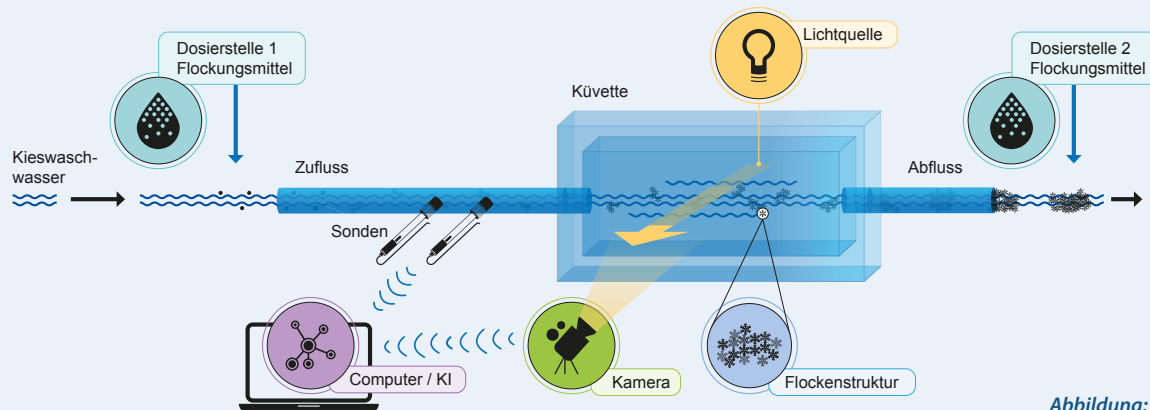


Abbildung: Schema des Demonstrators

ClearWater – Mittels KI und Dualflockung zur optimalen Flockungsmitteldosis

Kiese und Sande gehören zu den wichtigsten mineralischen Rohstoffen Deutschlands. Steigende Anforderungen an den Betrieb von Kiestagebauen und an den Umweltschutz erfordern neue, robuste und effiziente Lösungen zur Einsparung von Betriebsmitteln und Emissionen. Ziel des Projektes "ClearWater" ist es, den Einsatz polyacrylamidhaltiger Flockungsmittel zu reduzieren und zu (teil-)substituieren sowie mit Hilfe von KI eine optimale Dosierung zu ermöglichen.

Bei der Aufbereitung von Kiesen und Sanden wird abgebauter Rohkies meist vor Ort in einer Kieswäsche gereinigt und aufbereitet. Durch die Wäsche werden sog. abschlämmbare Stoffe, zu denen Tone und Schluffe zählen, ausgewaschen, um die Produkthanforderungen der unterschiedlichen Branchen zu erfüllen. Das anfallende Kieswaschwasser wird dafür im Prozess im Kreislauf geführt. Zu diesem Zweck ist eine Aufbereitung und Abtrennung der abschlämmbaren Stoffe aus dem Waschwasser notwendig. Diese Sedimentation erfolgt in der Regel verfahrenstechnisch durch eine chemisch unterstützte Flockenbildung. Hierbei werden meist polyacrylamidbasierte (PAM) Flockungsmittel eingesetzt. Diese stehen vor allem wegen ihres kanzerogenen und neurotoxischen Ursprungsstoffes Acrylamid (AM) seit einigen Jahren in der Kritik.

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Forschungsprojekt das Ziel verfolgt, den Einsatz von PAM-haltigen Flockungsmitteln zu reduzieren. Dabei wird das FiW in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. Verfahrenstechnik und Informatik kombinieren. Es wurden zwei Forschungsschwerpunkte definiert. Der erste Schwerpunkt ist die Optimierung des Flockungsprozesses durch Anwendung einer Dualflockung, d.h. der zweifachen Zugabe von Flockungsmitteln zu verschiedenen Einsatzzeitpunkten oder -stellen. Dazu werden verschiedene Versuche durchgeführt, in denen auch alternative Flockungsmittel, etwa auf Stärke- oder Chitinbasis verwendet werden, um die Optionen zur (Teil-) Substitution zu prüfen.

Der zweite Schwerpunkt ist die Echtzeitüberwachung der Dosierung der Flockungsmittel, um eine optimale Dosierung zu erreichen. Es wird davon ausgegangen, dass anhand der Überprüfung optischer Flockeneigenschaften Rückschlüsse auf die korrekte Dosiermenge durch Erkennung von Über- oder Unterdosierungen der Flockungsmittel gezogen werden können. Eine Handlungsanweisung bzgl. einer Anpassung der Dosierung der unterschiedlichen Flockungsmittel soll somit zeitnah und im laufenden Prozess möglich sein und zur Optimierung des Effektes der Dualflockung führen. Das im Rahmen dieses Projekts zu entwickelnde Messsystem wird als Demonstrator fungieren (vgl. Abbildung). Mittels eines optischen Systems, bestehend aus Kamera, Lichtquelle und Kuvette, sowie zusätzlichen Sensoren, werden die Daten der Flocken und des Waschwassers erfasst und durch die entwickelte Algorithmik verarbeitet. Die wichtigste geplante Innovation ist dabei die Verwendung Neuronaler Netze. Diese Neuronalen Netze gehören zu den Technologien des Deep Learnings und somit zum Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI). Sie werden mit großen Datenmengen trainiert, um darin Muster, Korrelationen oder Merkmale zu erkennen, und hier für die Detektion des Dosierstatus eingesetzt.

Als Ergebnis des Projektes wird erwartet, dass durch die Kombination der innovativen Verfahren Dualflockung und KI-basierter optischer Flockenbewertung eine Methodik gefunden wird, die eine maximale Einsparung an Flockungsmitteln ermöglicht, die

Effizienz der Dualflockung durch Erkennung von Über- und Unterdosierungen steigert und eine Reduktion sowie Substitution von PAM-basierten Flockungsmitteln ermöglicht und somit in Zukunft einen wichtigen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser im industriellen Einsatz leistet.

Gefördert durch

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Projektpartner



Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e. V. (FiW)

Sofía Andrés-Zapata, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
andres-zapata@fiw.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Kristoffer Ooms

Bereichsleiter Umweltverfahrens- & Energietechnik
ooms@fiw.rwth-aachen.de

Prüfverfahren für dezentrale Wasserwiederverwendungsanlagen nach NSF/ANSI 350

Die dezentrale Wasserwiederverwendung ist ein wichtiges Element, um den Folgen der Klimakrise und Wasserknappheit zu begegnen. Gleichzeitig existieren aber keine international gültigen Normen zur Prüfung werkmäßig hergestellter Anlagen. Der amerikanische Standard NSF/ANSI 350 bietet die Möglichkeit Anlagen zu prüfen, welche Grau- oder Abwasser zur Wiederverwendung aufbereiten und ist mittlerweile auch außerhalb der USA etabliert.

Dezentrale Wasserwiederverwendung

Dezentrale Wasserwiederverwendung im Haus oder Quartier bietet das Potential einen Großteil des genutzten Wassers vor Ort im Kreis zu führen und den Trinkwasserverbrauch zu senken. Insbesondere bietet sich hierfür Grauwasser aus Bad, Küche oder Waschraum an, da es wetterunabhängig anfällt und im Vergleich zu Schwarzwasser einen geringeren Grad an biologischer, chemischer und mikrobieller Belastung aufweist. Durch eine entsprechende Stoffstromtrennung im Gebäude kann das Wasser vor Ort gesammelt und aufbereitet werden. In Deutschland sind Anlagen zur Wasserwiederverwendung im Gebäude beim örtlichen Gesundheitsamt meldepflichtig, jedoch nicht bei den zuständigen Wasserbehörden genehmigungspflichtig.

Prüfung von Anlagen zu Wasserwiederverwendung

Die Norm NSF/ANSI 350 ist global betrachtet von besonderer Bedeutung, da sie derzeit die am breitesten anerkannte Prüfnorm für die Beurteilung der Reinigungsleistung dezentraler Anlagen zur Wasserwiederverwendung ist. Daneben existieren Prüfnormen in Australien (AS 1546.4) und Großbritannien (BS 8525-2). In Deutschland gibt es derzeit keine Prüfnormen für Anlagen zur Wasserwiederverwendung, jedoch arbeitet CEN/TC 165/WG 50 derzeit an einer europäischen Prüfnorm für Grau-

wasserbehandlungsanlagen. Das PIA beteiligt sich aktiv an der Erarbeitung im zuständigen deutschen Spiegelgremium NA 119-05-08 AA des DIN-Normenausschusses Wasserwesen (NAW).

NSF/ANSI 350

NSF/ANSI 350 ist sowohl anwendbar für Grauwasserbehandlungsanlagen als auch für Anlagen welche häusliches Abwasser zur sicheren Wiederverwendung dezentral aufbereiten. Die Aufbereitung zu Trinkwasser ist dabei gezielt ausgeschlossen.

Die Prüfung nach NSF/ANSI 350 beinhaltet abhängig von der Zulaufklasse verschiedene Belastungstests. Anlagen für Einfamilienhäuser müssen Belastungstest gegenüber Spülstoß, Stromausfall, Urlaub und Wassereinsparung ausgesetzt werden. Anlagen für Mehrparteienhäuser oder die gewerbliche Nutzung müssen hinsichtlich Stromausfall, Urlaub und dem Einfluss von Reinigungsmitteln geprüft werden. NSF/ANSI 350 unterscheidet sieben verschiedene Zulaufklassen für Anlagen zur Wiederverwendung von Grauwasser und häuslichem Abwasser.

Die Prüfdauer ist abhängig vom Wartungsintervall, welches durch den Hersteller festgelegt wird, beträgt jedoch mindestens 26 Wochen zuzüglich 3 Wochen Einfahrphase. Um standardisierte Prüfbedingungen zu gewährleisten, wird synthetisches Grauwasser als Testmedium

verwendet und nach vorgegebener Rezeptur aus Grauwasserkonzentrat, Trinkwasser und geringen Mengen Abwasser hergestellt.

Wasserwiederverwendungsanlagen für Grauwasser oder Abwasser mit einer Behandlungskapazität bis zu 5.678 Litern pro Tag können laut NSF/ANSI 350 im Prüflabor getestet werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Anlagen mit einer höheren täglichen Behandlungskapazität oder gewerbliche Anlagen zur kombinierten Behandlung von häuslichem Abwasser und Wäschereiabwasser einer Leistungsprüfung und -bewertung nach NSF/ANSI 350 Anhang N-1 am Ort der Installation zu unterziehen.

Seit bereits 20 Jahren besteht eine feste Kooperation zwischen der PIA GmbH und NSF. Seitdem ist die PIA GmbH von NSF als Prüflabor anerkannt und führt regelmäßig Prüfungen nach NSF/ANSI Standards durch.



PIA – Prüfinstitut für
Abwassertechnik GmbH

Christopher Abel, M.Sc.
Bereichsleiter „Water ReUse“
c.abel@pia-gmbh.com

Prüfung eines neuartigen dezentralen Bodenfiltertyps im Rahmen des Projektes



Urban Rain Shell (URS) verbindet unterirdische Regenwasserspeicherung und Behandlung durch eine Mischung aus Mineralien und Meeresmuscheln. Gelöste und partikuläre Schadstoffe sollen zurückgehalten werden. Im Rahmen des EU-Projektes StopUP wird das System am PIA Leistungstests unterzogen, um die Wirksamkeit der Entfernung von Schadstoffen im Labor- und Pilotmaßstab zu untersuchen.

Die negativen Auswirkungen des Klimawandels wie Starkregen, Hitzestress, Dürre und Versalzung der Süßwasserressourcen stellen vor allem städtische Gebiete zunehmend vor Herausforderungen. Um diesem Problem Abhilfe zu verschaffen, bedarf es der Kopplung von grüner Infrastruktur mit Speicheroptionen, sogenannter blau-grüner Infrastruktur, damit eine Vergleichmäßigung des zunehmend intensiver auftretenden Niederschlages über die Sommermonate ermöglicht wird. Ziel einer blau-grünen Stadtentwicklung muss neben der Speicherung des Regenwassers auch die gedrosselte Abgabe und die Behandlung des Oberflächenabflusses sein, um diesen dem Wasserkreislauf in ausreichender Qualität zur Verfügung zu stellen.

Die niederländische Firma EWB vereint diese Eigenschaften in ihrer „Urban Rain Shell“, einem unterirdischen System, das Oberflächenabfluss sowohl speichert als auch behandelt. Damit sollen nicht nur Überschwemmungen in Städten verhindert, sondern auch eine bedenkenlose Versickerung und/oder Wiederverwendung des Wassers ermöglicht werden. Das System ist wartungsarm und robust und besteht aus biobasierten und erneuerbaren Materialien. Die Anordnung erfolgt dezentral, das Niederschlagswasser wird vom herkömmlichen Abwassersystem abgekoppelt und über ein Bett aus EcoShells und einer Mineralmischung verteilt. Die Verteilung erfolgt über Drainagerohre, die auch einen gedrosselten Ablauf ermöglichen.

Im Rahmen des EU-Projektes StopUP wurde das System in der Prüfhalle der PIA GmbH im Pilotmaßstab aufgebaut. In Anlehnung an die Zulassungsgrundsätze für Niederschlagswasserbehandlungsanlagen Teil 1 des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) - Anlagen zur dezentralen Behandlung des Abwassers von Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser - werden am

Pilotsystem Prüfungen zum Rückhalt von Partikeln und Kohlenwasserstoffen durchgeführt. Als Prüfstoffe kommen hierbei Quarzmehl und Heizöl zum Einsatz. Die Prüfung erfolgt je Prüfstoff in jeweils vier Teilprüfungen mit unterschiedlichen Regenspenden. Die ersten drei Teilprüfungen dienen zur stofflichen Beladung des Systems. Bei Regenspenden von 2,5 – 25 l/(s*ha) wird insgesamt eine Jahresfracht an Schadstoffen auf das System aufgebracht. Die vierte Teilprüfung simuliert einen Spülstoß bei einer Regenspende von 100 l/(s*ha), ohne zusätzliche stoffliche Beladung. Durch Probenahmen über den gesamten Prüfzeitraum wird die Reinigungsleistung aus dem Verhältnis von Zu- und Ablaufkonzentration ermittelt.

Neben den in den Zulassungsgrundsätzen des DIBt berücksichtigten Parametern, soll der Rückhalt von Mikroplastik am Pilotsystem ermittelt werden. Im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit wurden dazu im Vorfeld mögliche Prüfstoffe ermittelt, die das im Oberflächenabfluss vorkommende Mikroplastik repräsentieren können. Ebenfalls wurden Methoden zur Zudosierung der Stoffe erprobt. Das System wird letztlich mit einem Gemisch aus Reifenmehl, PE- und PS-Kügelchen sowie synthetischen Fasern beschickt und die Reinigungsleistung durch die Analyse der AFS im Ablauf bestimmt.

Neben den Prüfungen an der Pilotanlage werden Untersuchungen zum Rückhalt gelöster Stoffe mit den eingesetzten Substraten im Labormaßstab in Form von Säulen- und Schüttelversuchen durchgeführt. Dabei geht es insbesondere um den Rückhalt der Schwermetalle Zink und Kupfer sowie PFAS in Form der Repräsentanten PFOA und PFBA. Bei der Prüfung des Schwermetallrückhalts wird dabei wiederum auf die Zulassungsgrundsätze des DIBt zurückgegriffen. Herunterskaliert auf das Volumen und die Fläche einer Prüfsäule wird

das behandelnde Material in drei Regenspenden mit einer Jahresfracht an Zink und Kupfer beschickt. Im Rahmen einer Rückspülung mit einer Tausalzlösung wird das Rücklöseverhalten der Schwermetalle überprüft.

Da das System im Gegensatz zu in Deutschland üblichen technischen Filtern neben der Behandlung auch der Speicherung von Wasser dient, mussten bei der Durchführung der Prüfung einige Anpassungen vorgenommen werden. Die Kombination der beiden für den städtischen Wasserhaushalt positiven Funktionen ist vielversprechend und weist einige parallelen zum Funktionsprinzip des vor allem in NRW eingesetzten Retentionsbodenfilters auf.



QR-Code scannen und mehr über das EU-Projekt StopUP erfahren.

Gefördert von



Dieses Projekt wird von der EUROPÄISCHEN UNION im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizon Europe unter der Fördervereinbarung Nr. 101060428 gefördert.



PIA – Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH

Daniela Schmitz, M.Sc.
Bereichsleiterin
Siedlungsentwässerung
d.schmitz@pia-gmbh.com

Rückblick auf das 22. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium im Maternushaus in Köln

Am 16. und 17. September 2024 diskutierten mehr als 220 Teilnehmende und 21 Ausstellende 37 Fachbeiträge, teils in parallelen Sessions, über aktuelle Fragen im Bereich der Wasserwirtschaft und der Abwasserbehandlung unter dem Einfluss der klimatischen Veränderungen.

Im Eröffnungsvortrag berichtet MR Jonas Keil aus dem NRW Umweltministerium über die aktuellen Entwicklungen und Anforderungen durch die Novelle der EU-Kommunalabwasserrihtlinie KARL.

Herr Keil legte den Schwerpunkt seines Vortrags auf die anstehenden Umsetzungen der Novelle im Land NRW. In weiteren Vorträgen wurden Forschungsergebnisse, technische Lösungen und zahlreiche Anwendungsbeispiele vorgestellt und teilweise kontrovers diskutiert.

Aufgrund der Aktualität der Themen, speziell aus den Bereichen Krisenvorsorge, Hochwasserschutz und Energieeffizienz werden diese Schwerpunkte voraussichtlich im Rahmen des 23. KKKK, am 8. und 9. September 2025 ebenfalls im Maternushaus in Köln wieder aufgenommen. Umrahmt wurde die zweitägige Veranstaltung von zwei „Kölschen Stadtführungen“ und dem abschließenden Brauhausbesuch mit Möglichkeit zum Austausch in entspannter Atmosphäre.



Foto ©ISA RWTH Aachen University



Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

Dr. Michael Krumm
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
krumm@isa.rwth-aachen.de

VERANSTALTUNGEN

26. – 28. März 2025,
Aachen

58. ESSENER TAGUNG für Wasserwirtschaft 2025

→ www.essenertagung.de

Ansprechpartnerin: Dr. Verena Kölling
et@isa.rwth-aachen.de



Foto © FiW/Martin Braun

08. – 09. September 2025,
Köln

23. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium

→ www.kanalkolloquium.de

Ansprechpartner: Dr. Michael Krumm
krumm@isa.rwth-aachen.de

11. – 12. November 2025,
Aachen

16. Aachener Tagung Wasser- technologie

→ www.avt.rwth-aachen.de/ATW

Ansprechpartner: Dr. Michael Krumm
krumm@isa.rwth-aachen.de

04. Dezember 2025,
Aachen

FiW-Forum 2025

Ansprechpartnerin: Dr.-Ing. Natalie Palm
palm@fiw.rwth-aachen.de

Herausgeber:

acwa – Aachen Wasser
ISA – Institut für Siedlungswasser-
wirtschaft der RWTH Aachen University
www.isa.rwth-aachen.de

Verantwortlich:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Wintgens
isa@isa.rwth-aachen.de

FiW – Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft
und Klimazukunft an der RWTH Aachen e.V.
www.fiw.rwth-aachen.de

Redaktion:

Dr.-Ing. David Montag
Dr.-Ing. Natalie Palm

PIA – Prüf- und Entwicklungsinstitut für
Abwassertechnik an der RWTH Aachen e.V.
www.pia.rwth-aachen.de

Layout:

design@fiw.rwth-aachen.de

Druck:

DEUTMANN
Konzept – Grafik – Druck – Service
www.deutmann.de

→ www.acwa.ac