



Foto © StEB Köln / Sabine Grothues

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Folgen des Klimawandels sind keine abstrakte statistische Kenngröße mehr, sondern haben Auswirkungen auf jeden Einzelnen von uns. Das globale Klimaschutzabkommen zielt darauf ab, die weltweite Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen und Anpassungen an den Klimawandel zu stärken. Von 1880 bis 2020 stieg die mittlere globale Oberflächentemperatur laut Umweltbundesamt jedoch bereits um etwa 1,2 °C.

Die Auswirkungen des Klimawandels nehmen für jeden spürbare Ausmaße an. Aktuelle Prognosen zeigen zunehmende Schwankungsbreiten in der Wasserverfügbarkeit – regional und saisonal: Wir beobachten verstärkt Extrem-

wetterereignisse, wie Starkregen auf der einen Seite und Dürre auf der anderen Seite. Die daraus resultierenden Überflutungen bzw. Wassermangel haben fatale Folgen für Umwelt, Mensch und Infrastruktur weltweit. Die Wasserwirtschaft ist als Kernbestandteil der Daseinsvorsorge ein wichtiger Akteur, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Klimaresiliente Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erfordern eine zügige lokale und überregionale Anpassung der Infrastrukturen. Nur so können wir unsere Aufgabenerfüllung weiterhin auf dem bestehenden hohen Niveau halten und Wasser als Lebensgrundlage für kommende Generationen in ausreichender Qualität und Menge sichern.

Gemeinsam müssen wir steigenden Nutzungskonflikten angesichts einer immer enger werdenden Verzahnung unterschiedlicher Arten regionaler Infrastruktur (Strom, Wärme, Telekommunikation, Verkehr) begegnen, indem wir sie integrativ betrachten. Nicht aus dem Blick lassen dürfen wir auch unsere gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Veränderungen, die Auswirkungen auf das Wasserangebot und den Wasserbedarf in Deutschland haben. Es müssen rechtzeitig strukturierte Maßnahmen für alle beteiligten Akteure abgeleitet werden. Deshalb ist es dringend erforderlich, eine ständig praxisorientierte Forschung und Entwicklung durchzuführen,

um das hohe Niveau in diesem Bereich der Daseinsvorsorge aufrechtzuerhalten. Sie muss auf Nachhaltigkeit ausgerichtet sein, um den Herausforderungen der Zukunft adäquat zu begegnen, und sie sichert Innovationen.

Der Austausch zwischen allen beteiligten Akteuren sowie anwendungsorientierte Forschung bilden die Grundlage für die notwendigen Entwicklungen. Das diesjährige Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, veranstaltet von dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft Aachen, bot eine gute Möglichkeit, sich über diese und weitere aktuelle Themen der Wasserwirtschaft zu informieren und auszutauschen. Die aktuellen Themen des ISA, FIW sowie des PIA befassen sich ebenfalls mit den anstehenden Herausforderungen für die Wasserwirtschaft – Klimawandelanpassungen, Wasserwiederverwendung, Phosphorrückgewinnung und vieles mehr – einen Einblick erhalten Sie in dieser aktuellen Ausgabe des acwa NEWSLETTER.

Ich wünsche Ihnen eine anregende und interessante Lektüre.

Ulrike Franzke
Vorständin der Stadtentwässerungs-
betriebe Köln

INHALT

- 02 **Evaluierung verfügbarer Kapazitäten thermischer Klärschlammbehandlung sowie zur P-Rückgewinnung (EvKK)**
- 04 **Mit dem Fahrrad zu den siedlungswasserwirtschaftlichen Highlights im Aachener Raum**
- 05 **Wasserwiederverwendung Euskirchen**
- 05 **Energiepark Herzogenrath Kick-off**
- 06 **BMBF-R2K-Klim+ – Entscheidungsunterstützungssystem für Klimafolgenanpassung in Duisburg**
- 08 **BMBF-I-WALAMAR – Impulse zur Verbesserung der Wasser- und Ernährungssicherheit in Marokko**
- 09 **Kooperation NSF International – PIA GmbH ermöglicht internationale Prüfungen auf dem Prüffeld der PIA GmbH**
- 10 **Schulungsangebot für den sicheren Betrieb und die Überwachung von Anlagen zur Abwasserbehandlung auf Schiffen**
- 11 **E-BO₍₂₎t – Pilotprojekt zur Sektorenkopplung Wasser-Energie-Verkehr auf der Kläranlage Bottrop gestartet**
- 11 **Rückblick auf das 21. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium 2023**
- 12 **Ausblick ATW**
- 12 **Veranstaltungen | Impressum**

Evaluierung verfügbarer Kapazitäten thermischer Klärschlammbehandlung sowie zur Phosphor-Rückgewinnung (EvKK)

In Rahmen des vom Umweltbundesamt geförderten Projekts EvKK wurden auf Basis von Recherchen und Stakeholder-Befragungen Bestandsanalysen zu verfügbaren Kapazitäten der thermischen Behandlung sowie der P-Rückgewinnung durchgeführt und weiterer Kapazitätsbedarf bis zum Jahr 2029 ermittelt. Das Projekt liefert wichtige Erkenntnisse für die weitere Aufstellung einer deutschen Phosphorstrategie. Durchgeführt wurde das Projekt vom ISA gemeinsam mit dem Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe der RWTH Aachen (TEER).

Die Novellierungen der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) und Düngemittelverordnung (DüMV) führen zu einer Neuordnung der Entsorgungspfade für kommunale Klärschlämme. Zudem werden alle Klärschlammherzeuger verpflichtet, Phosphor ab 2029 rückzugewinnen, sofern der Grenzwert von 20 g P/kg_{TM} im Klärschlamm überschritten wird und der Klärschlamm nicht bodenbezogen verwertet werden kann.

Bestandsanalyse und Entwicklungsprognose P-Rückgewinnung

Die P-Rückgewinnung kann aus den Stoffströmen Schlammwasser, Faulschlamm bzw. Klärschlamm sowie aus der Klärschlammverbrennungsasche (KSA) erfolgen. Der Phosphorgehalt im Klärschlamm muss durch ein geeignetes P-Rückgewinnungsverfahren entweder unter 20 g P/kg_{TM} reduziert werden oder die P-Rückgewinnungseffizienz für Schlämme mit Ausgangsgehalten von über 40 g P/kg_{TM} muss oberhalb 50 % liegen. Für Verfahren, die Phosphor aus KSA rückgewinnen, ist eine Rückgewinnungsquote von mindestens 80 % vorgeschrieben.

Gegenwärtig befindet sich eine Vielzahl an Verfahren zur P-Rückgewinnung noch am Anfang der Entwicklung. Welche Verfahrenstechnologien zum geforderten Zeitpunkt großtechnische Reife erlangt haben werden, lässt sich aktuell nicht vorhersagen. Dafür sind die Verfahren noch nicht ausreichend erprobt, und viele Klärschlammherzeuger bzw. Klärschlamm Entsorger haben sich noch nicht auf die Anwendung eines Verfahrens festgelegt.

Eine Hochrechnung auf Basis der aktuellen Kenntnisse zu den bekannten geplanten P-Rückgewinnungskapazitäten ergibt, dass bis 2029 für ein zu behandelndes Klärschlamm-aufkommen von 1,5 Mio. t_{TM} Klärschlamm 41 % Behandlungskapazitäten zur Verfügung

stehen werden. Davon fallen ca. 7 %-Punkte auf die P-Rückgewinnung aus Klärschlamm und ca. 34 %-Punkte auf P-Rückgewinnung aus KSA. Für 59 % des prognostizierten Klärschlamm-aufkommens stehen auf Basis heutiger Erkenntnisse bis 2029 keine Kapazitäten zur P-Rückgewinnung bereit.

Verfahrensauswahl zur P-Rückgewinnung aus Sicht des Kläranlagenbetreibers

Um die Auswahl eines Verfahrens zur P-Rückgewinnung einzugrenzen, wurde vom ISA ein Prüfschema entwickelt (Abb. 1). Je nach Einsatzstoffstrom und angestrebtem P-Rezyklat müssen unterschiedliche Voraussetzungen geprüft werden. Zur Eignung der Einsatzstelle Schlammwasser oder Faulschlamm muss die Kläranlage i.d.R. über eine vermehrte Bio-P verfügen. Zur Erfüllung der AbfKlärV sollte der Phosphorgehalt im Faulschlamm für den aktuellen Entwicklungsstand der Verfahren nicht mehr als ca. 30 g/kg_{TM} betragen, um den Grenzwert sicher zu unterschreiten (Verfahren in Abb. 1 in blau dargestellt).

Um eine P-Rückgewinnung aus Klärschlamm durchzuführen, muss zunächst definiert werden, welches Rückgewinnungsverfahren mit welchem P-Rezyklat als Endprodukt im Interesse des Betreibers liegt. Darauf aufbauend können die rechtlichen Erfordernisse geprüft werden. Sofern der Betreiber einen Phosphordünger erzeugen will, unterliegt die gesamte Rückgewinnungskette der AbfKlärV sowie der DüMV. Dies bedeutet, dass der Klärschlamm bereits vor dem P-Rückgewinnungsverfahren die Grenzwerte der AbfKlärV und DüMV (für den Einsatz als Düngemittel) einhalten muss (Verfahren in Abb. 1 in gelb dargestellt). Eine Schadstoffabscheidung, wie sie bspw. in thermischen Verfahren durch Additivzugabe herbeigeführt wird, wirkt sich nicht auf die Entscheidung aus, ob ein Klärschlamm bzw.

entstehende Asche als Einsatzstoff eingesetzt werden dürfen. Alternativ darf der Klärschlamm nach aktueller Rechtslage unabhängig von seiner Zusammensetzung den Rückgewinnungsverfahren zugeführt werden, wenn aus diesem Phosphor als Phosphorsäure oder P-Intermediat rückgewonnen wird. Dies würde nach aktueller Auslegung bedeuten, dass die Grenzwerte weder nach AbfKlärV noch nach DüMV berücksichtigt werden müssen (Verfahren in Abb. 1 in rot dargestellt; ausgehend vom Eingangsstoff Klärschlamm). Um die rechtskonforme P-Rückgewinnung durchzuführen, muss im Anschluss an jedes Verfahren geprüft werden, ob die P-Rückgewinnungseffizienz gemäß AbfKlärV eingehalten wurde.

Bei der P-Rückgewinnung aus Klärschlammverbrennungsasche, mit dem Ziel der Erzeugung eines P-Düngemittels, muss nach aktueller Auslegung der DüMV (§3 (1) Nr. 3) der Klärschlamm als Ausgangsstoff bereits vor der Verbrennung die Grenzwerte der AbfKlärV und DüMV erfüllen. Gemäß vorherrschender Auslegung der DüMV müssen ebenfalls die Aschen die Grenzwerte der DüMV einhalten. Zur Prüfung der Eignung der KSA für ein P-Rückgewinnungsverfahren zur Herstellung eines P-Düngers wird wie in Abb. 1 vorgegangen. Anhand des Glühverlustes und der Zusammensetzung des Klärschlammes kann in erster Näherung die Aschezusammensetzung bestimmt werden. Dabei kommt es durch den Massenverlust zur Aufkonzentrierung der Schadstoffgehalte in der KSA. Sollte außer dem Klärschlamm ebenfalls die Asche die Grenzwerte der DüMV einhalten, darf diese einem Rückgewinnungsverfahren zur Herstellung eines P-Düngemittels zugegeben werden (Verfahren in Abb. 1 in grün dargestellt). Allerdings dürfen selbst Verfahren mit Schadstoff-Ausschleusung keine KSA mit Grenzwertüberschreitungen annehmen, auch wenn die Rezyklate als Hauptprodukt am Ende die Anforderungen der DüMV erfüllen. Diese Regelung würde dazu führen,

Mit dem Fahrrad zu den siedlungswasserwirtschaftlichen Highlights im Aachener Raum

Siedlungswasserwirtschaftliche Bauwerke im Fokus! Am 29.06.2023 fand das 20. Jubiläum der Fahrradexkursion des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen statt. Gemeinsam wurden einige bedeutende siedlungswasserwirtschaftliche Bauwerke im Aachener Raum erkundet.



Foto © Ringhof

Bestimmung der Organismen im Haarbach am Nirmer Platz.

Die jährliche Fahrradexkursion des ISA legt den Fokus darauf, siedlungswasserwirtschaftliche Bauwerke in und um Aachen den Studierenden – außerhalb des Hörsaals – näher zu bringen und damit den direkten Praxisbezug herzustellen. Das Besondere der Exkursion ist, dass alle Strecken zwischen den einzelnen Stationen ausschließlich mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Nur den wenigsten Aachenern ist bewusst, dass über 20 Bäche das Aachener Stadtgebiet durchfließen. Diese ursprünglich natürlichen Bäche sind mittlerweile stark vom Menschen geformt und werden zur Entwässerung des Stadtgebiets genutzt, sodass es sich lohnt, dies näher zu betrachten. Die Exkursion startete am Europaplatz und führte die

Teilnehmenden entlang der Ufer von Wurm und Haarbach zu insgesamt elf siedlungswasserwirtschaftlichen Standorten. Dabei wurden verschiedene Gewässerabschnitte bzw. Gewässerstrukturen sowie eine große Bandbreite von unterschiedlichen Bauwerken betrachtet. Als wichtige Bauwerke zum Regenmanagement im Einzugsgebiet der Kläranlagen im Raum Aachen wurden z.B. das Regenklärbecken Berliner Ring, die Regenrückhaltebecken Neuköllner Straße und Kleebach sowie das Regenüberlaufbecken der Kläranlage Aachen Soers besucht. An den einzelnen Stationen wurden durch Mitarbeitende des ISA und des WVER wichtige Informationen zu der Funktionsweise und der Bauweise der einzelnen Becken erläutert.

Als ein Highlight der Exkursion konnte die inzwischen fertiggestellte Renaturierungsmaßnahme eines Abschnitts des Haarbachs in Eilendorf am Nirmer Platz besucht werden. Im Rahmen der Renaturierung wurde die Verrohrung des Haarbaches auf 8 km aufgehoben und dieser wieder weitestgehend in einen naturnahen Zustand überführt. Der Spatenstich des Projektes war im Jahr 2016, so dass inzwischen die Maßnahme abgeschlossen ist und erste Erfolge der Renaturierung zu erkennen sind. Zur Veranschaulichung der Auswirkung naturnaher Gewässer auf die dort vorhandene Biozönose wurden vor Ort im Rahmen einer Gewässergütebestimmung Organismen, wie beispielsweise der Wasserfloh, aus dem Gewässer entnommen, und der Saprobienindex bestimmt. Nach diesem „hands-on“-Erlebnis wurde als nächster Stationspunkt die Kläranlage Eilendorf besucht. Die 87.000 EW Kläranlage verfügt neben einer mechanischen und einer biologischen Reinigungsstufe auch über einen Sandfilter zur Phosphor-Elimination. Dort erfuhren die Studierenden aus erster Hand, wie das komplexe System der Abwasserreinigung funktioniert

und welche wichtige Rolle die Kläranlage für den Umwelt- und Gewässerschutz spielt. Die sachkundigen Führungen gaben wertvolle Einblicke in die Prozesse und Technologien, die dazu beitragen, unser Abwasser umweltgerecht zu behandeln.

Als letzte Station wurden der Retentionsbodenfilter sowie die Ozonung der Kläranlage Aachen-Soers besucht. Hier erhielten die Teilnehmenden Einblicke in innovative Technologien, die zur effektiven Mischwasserbehandlung sowie zur Entfernung von Spurenstoffen aus dem Abwasser am Standort Aachen-Soers genutzt werden. Der Lehr- und erlebnisreiche Tag endete am Umweltanalytischen Laboratorium des ISA auf der Kläranlage Soers. Dort wurden bei gemütlichem Beisammensein die Eindrücke und Erkenntnisse der Exkursion ausgetauscht. Das gemeinsame Grillfest bot eine wunderbare Gelegenheit, um neue Kontakte zu knüpfen und das Erlebte in entspannter Atmosphäre Revue passieren zu lassen.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeitenden vom Wasserverband Eifel-Rur, welche diese informative und abwechslungsreiche Exkursion ein weiteres Mal möglich gemacht haben.



Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

Fabio Ringhof, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
ringhof@isa.rwth-aachen.de

Katharina Mrosła, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
mrosla@isa.rwth-aachen.de

Machbarkeitsstudie Wasserwiederverwendung im Kreis Euskirchen

Foto © Ertverband

Die Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft ist international eine weit verbreitete Praxis, aber in Deutschland bisher auf einige wenige Anwendungsbeispiele beschränkt, auch wenn hier steigendes Potential gesehen wird. Das geplante Pionierprojekt des Landes NRW zielt auf die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zum nachhaltigen Wassermanagement mit Wasserwiederverwendung in der Zülpicher Börde (Kreis Euskirchen) ab.

In der EU-Richtlinie 2020/741 werden Mindestanforderungen an die Qualitätskriterien für die landwirtschaftliche Wiederwendung von behandeltem Abwasser genannt. Zusammen mit dem Kreis Euskirchen (Projektleitung), dem Ertverband, der COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt mbH, ARGE Angewandte Geologie und dem IHPH des Universitätsklinikums Bonn soll im Vorhaben untersucht werden, ob sich gereinigtes Abwasser aus einer Molkerei nach einer anschließenden Desinfektion für die Bewässerung in der Landwirtschaft eignet.

Hierbei werden verschiedene Aspekte in Bezug auf die technische Machbarkeit, die

Wassermengen und Wasserqualitätsaspekte, wie auch ökonomische (Kosten und Nutzen), ökologische (Wirkung auf Umweltkompartimente) und soziale Aspekte (Akzeptanz) berücksichtigt, um eine möglichst ganzheitliche Bewertung zu erreichen. Aus der Machbarkeitsstudie sollen weitere Schritte in Bezug auf ggf. weitergehende Untersuchungen oder eine direkte großtechnische Implementierung abgeleitet und definiert werden.

Das Vorhaben wird vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr finanziell für ca. 6 Monate bis Anfang November 2023 gefördert.

Gefördert vom

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

Sarah Müller, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
mueller@isa.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Laurence Palmowski

Oberingenieurin
palmowski@isa.rwth-aachen.de

ISA am Forschungsprojekt Energiepark Herzogenrath beteiligt

Zusammen mit drei weiteren Instituten der RWTH (ERC, AMT, AMR) und anderen Partnern ist das ISA Teil des Konsortiums, das die Stadt Herzogenrath unterstützt, bis zum Jahr 2030 CO₂-neutrale Kommune zu werden.



Foto © WVER

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fördert das Projekt Energiepark Herzogenrath, das als wissenschaftliche Säule den Weg der Stadt Herzogenrath zur ersten Stadt in Nordrhein-Westfalen begleitet, eine CO₂-neutrale Energieversorgung aufzubauen. Unter der Federführung von Siemens Energy sind in dem Projekt neben der RWTH Aachen auch die FH Aachen sowie die Hochschule Niederrhein beteiligt. Assoziierte Partner vor Ort sind der Wasserverband Eifel-Rur (WVER), der lokale

Energieversorger ENWOR und die Nivelsteiner Sandwerke und Sandsteinbrüche GmbH. Das Projekt soll mit Hilfe eines Digitalen Zwillings abbilden, wie der Energienutzungsgrad lokaler Erzeugung erhöht und gleichzeitig minimale Versorgungskosten realisiert werden können. Hierbei werden sowohl die Strom- als auch die Wärmeversorgung betrachtet. Im Forschungs- und Entwicklungsprojekt werden industrielle Nutzer wie das Sandwerk ebenso analysiert wie kommunale Verbraucher in Form der Kläranlage Herzogenrath-Worm. Das ISA untersucht zusammen mit dem WVER den Einfluss des Großverbrauchers Kläranlage auf das Gesamtsystem. Ziel ist, die Kläranlage modellhaft ins sektorenübergreifende Energiemanagement der Stadt zu integrieren. Energieverbrauch und Energiebereitstellung durch Klärgas sollen durch Anpassungen der Betriebsweise der Anlage und Nutzung von Flexibilitätspotenzialen

im kommunalen Kontext optimiert werden. Insofern stellt dieser Ansatz eine Weiterentwicklung der ansonsten häufig angestrebten vollständigen Energieautarkie dar.

Gefördert vom



Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

Dr.-Ing. David Montag

Oberingenieur
montag@isa.rwth-aachen.de



Entscheidungsunterstützungssystem für Klimafolgenanpassung in Duisburg

© FiW e. V.

Die erste Förderphase des Forschungsprojektes R2K-Klim+ ist abgeschlossen. Über drei Jahre lang erarbeitete ein interdisziplinär besetztes Konsortium unter Federführung des FiW Methoden der kommunalen Entscheidungsunterstützung zur Anpassung an den Klimawandel in der Stadt Duisburg. Im September 2023 startet eine zweite dreijährige Förderphase. Jetzt geht es darum, den Prototypen des entwickelten Entscheidungsunterstützungssystems in der Kommunalverwaltung zu etablieren.

Duisburg ist, wie viele andere Kommunen in Deutschland auch, von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Extremwetterereignisse haben in den vergangenen Jahren spürbar zugenommen. Auf den Logistikstandort und Umschlagplatz für den trimodalen Güterverkehr mit dem größten Binnenhafen Europas wirken dabei unterschiedliche Klimasignale.

Langen Trockenperioden und damit verbundenen Niedrigwasserereignissen im Rhein stehen Überflutungen infolge von Starkniederschlägen und Hochwasser gegenüber. Hierbei treten neben Personen- und Umweltschäden auch Beeinträchtigungen in verschiedenen

Wirtschaftssektoren auf, allen voran die Binnenschifffahrt. Vor allem in den Sommermonaten nimmt in den dicht bebauten und versiegelten Siedlungsgebieten auch die thermische Belastung der Bevölkerung zu. Die Kommune steht vor der Herausforderung, sich langfristig und strategisch gegen die facettenreichen Herausforderungen des Klimawandels zu wappnen. Der Grundstein hierfür wurde seit Juni 2020 im BMBF-Forschungsprojekt „Strategisches Entscheidungsunterstützungstool zur Anpassung an den Klimawandel auf regionaler und kommunaler Ebene im Rheineinzugsgebiet – R2K-Klim+“ (FKZ 01LR2008A-F) gelegt. Während der ersten Förderphase haben die Konsortialpartner aus Forschung und Praxis

verschiedene Produkte erstellt, die der Stadt Duisburg als fachliche Entscheidungsgrundlage für kommunale Anpassungsstrategien dienen.

Dies umfasst u. a. Hochwasser- und Starkregengefahrenkarten, die Ausweisung klimatischer Gunst- und Ungunsträume, Verkehrsmodellierungen, eine regionalökonomische Modellierung zur Darstellung der Auswirkungen auf verschiedene Wirtschaftssektoren und eine gemeinsam mit den Anwender:innen entwickelte Bewertungsmethodik. Die technischen Modellierungen wurden dabei von begleitenden Prozessen, wie Stakeholderanalysen, Haushalts- und Unternehmensbefragungen, flankiert.



Das webbasierte Entscheidungsunterstützungssystem von R2K-Klim+

Das übergeordnete Ziel der zweiten Förderphase ist die weitere Optimierung der strategischen kommunalen Klimafolgenanpassung in der Stadt Duisburg und dem Rheineinzugsgebiet. Im Zentrum der methodischen Entwicklung steht das technische Entscheidungsunterstützungssystem (EUS), das ein Aufzeigen potenzieller Handlungsoptionen gegenüber verschiedenen Klimawirkungen sowie eine Bewertung und Priorisierung dieser Optionen ermöglicht. Der Fokus liegt in diesem Zusammenhang auf der Weiterentwicklung und technischen Implementierung des in der ersten Förderphase entwickelten Prototypen sowie einem Transfer der erarbeiteten Methoden, Konzepte und Ergebnisse auf weitere Anwender:innen im Rheineinzugsgebiet und im Ruhrgebiet.

Um die Auswirkungen des Klimawandels abzubilden, modellieren die Konsortialpartner die Folgen der Klimasignale Hochwasser, Niedrigwasser, Starkregen, Dürre und Hitze auf die Rezeptoren Bevölkerung, Infrastruktur, Umwelt und Wirtschaft. Hierbei wird nicht ausschließlich der Status Quo betrachtet. Auf der Basis von Klimaszenarien, im Wesentlichen zwei globalen Erwärmungsszenarien (+2 K und +3 K) auf Grundlage des IPCC-Klimaszenarios SSP3-7.0 untersucht das Konsortium auch zukünftige Entwicklungen im Rheineinzugsgebiet.

Ein weiterer Fokus liegt auf der Bewertung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Verschiedene Maßnahmentypen werden anhand exemplarischer Ausführungen verortet und durch Anpassung der variablen Eingangsparameter in die vom Konsortium betriebenen Modelle integriert. Weitere Rechenläufe ermöglichen so die Ermittlung von

Differenzen in den Vulnerabilitäten und Schadenspotenzialen der Szenarien ohne und mit Anpassungsmaßnahmen für die betrachteten Klimawirkungen. Die Modellierungsergebnisse dieser „Maßnahmenbündel“ werden im nächsten Schritt zur Weiterentwicklung und Validierung der bestehenden Indikatoren für die ganzheitliche, integrierte und sektorübergreifende Bewertungsmethodik verwendet.

Die im Konsortium erarbeiteten Modellergebnisse, Dienste und Darstellungen werden schließlich in das EUS integriert und sind dort abrufbar. Um eine Anwendung in der Stadt Duisburg zu ermöglichen, wird eine Schnittstelle zur Geodateninfrastruktur der Stadt Duisburg implementiert. Darüber hinaus visiert das Konsortium auch den Transfer der entwickelten Dienste und Methoden auf die regionale Ebene an. Diese Arbeiten werden von einem Konzept zur adressatenspezifischen Wissenschaftskommunikation begleitet, das u. a. ein am FiW mit Hilfe von Augmented Reality (AR) umgesetztes Landschaftsmodell beinhaltet.

Die Bewertungsmethodik, basierend auf der Verschneidung und vergleichenden Betrachtung mehrerer Klimawirkungen auf mehrere Rezeptoren, wird für die Anwendung in weiteren Kommunen vorbereitet. Hierzu erfolgt ein intensiver Austausch mit der Zukunftsinitiative „Klima.Werk“ in Nordrhein-Westfalen. Parallel dazu führt das Konsortium auch eine Untersuchung von Klimawirkungen auf das Wirtschaftssystem im Rheineinzugsgebiet durch, deren Ergebnisse von privatwirtschaftlichen Akteuren zur eigenständigen Reduzierung ihrer spezifischen Vulnerabilitäten verwendet werden können.

Das Projekt wird ab September drei weitere Jahre vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderrichtlinie „RegiKlim – Regionale Informationen zum Klimahandeln“ gefördert und unterstützt die FONA-Strategie der Bundesregierung. Die Fortschritte können auf der projekteigenen Webseite www.r2k-klim.net verfolgt werden.

Auch der Prototyp des EUS ist bereits online einsehbar:



r2k.geomer-maps.de/dss/

Gefördert vom



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

Mark Braun, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
braun@fiw.rwth-aachen.de



I-WALAMAR – Impulse zur Verbesserung der Wasser- und Ernährungssicherheit in Marokko

Das vom BMBF geförderte Verbundvorhaben „I-WALAMAR – Innovatives Wasser- und Landmanagement in Marokko“ – beschäftigte sich mit der Kreislaufführung der Reststoffe der Olivenölproduktion sowie der alternativen Ressourcennutzung in der Landwirtschaft. Reststoffe, die heute zu Umweltbelastungen führen, sollen zukünftig als Wertstoffe zur Resilienz und Fruchtbarkeit von Böden beitragen.



© FiW e. V.



© FiW e. V.

Ein integrierter Ansatz zur Erhöhung der Wassersicherheit und Verwertung der Reststoffe aus Olivenölproduktion und kommunaler Abwasserbehandlung wurde in Kooperation mit dem Bonn International Centre for Conflict Studies (BICC), der Université Moulay Ismail in Meknès, dem Fachgebiet Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik, der École Nationale d'Agriculture de Meknès (ENA), dem Institut Agronomique et Vétérinaire (IAV) Hassan II in Rabat, dem Institut für Angewandte Polymerchemie (IAP) der FH Aachen, InnoAgri GmbH, SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG, OLEAFOOD, AICHA Group Meknès, der Agence du Bassin Hydraulique de Sebou und der Régie Autonome de Distribution Eau et Electricité Meknès (RADEM) und GEA entwickelt.

In der Fès Meknès Region im Nordosten Marokkos hat eine Intensivierung der Landwirtschaft neben ökonomischen und sozialen Folgen auch bedeutende negative Umweltauswirkungen. Neben der Übernutzung natürlicher Wasserressourcen treten jährlich in der Erntezeit von November bis Februar

nennenswerte Umweltbelastungen auf, die auf die Abwässer der Olivenölproduktion zurückzuführen sind. Bodendegradation und Klimawandel sind weitere Stress induzierende Faktoren. Ein Fokus des Projekts liegt in der Untersuchung von geeigneten und an die Gegebenheiten vor Ort angepassten Umweltanalytikverfahren, um die Voraussetzungen für die landwirtschaftliche Verwertung der Reststoffströme zu schaffen und die Potentiale in der Gesellschaft für entsprechende Änderungen zu analysieren. Darüber hinaus werden, zusammen mit Forschungspartnern aus Landwirtschaft und Industrie, Techniken untersucht, um Klärschlamm in Kombination mit landwirtschaftlichen Reststoffen so aufzubereiten und in den Boden einzuarbeiten, dass einerseits die hygienische Sicherheit garantiert und andererseits die Bodenresilienz und Fruchtbarkeit erhöht werden.

Durch eine Stoffstrombilanz für die Kläranlage in Meknès und die Olivenölproduktion in der Region konnte gezeigt werden, dass die größten Potentiale für eine Wasserwiederverwendung in der weitergehenden Aufbereitung des kommunalen Abwassers liegen. Ein Recycling der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff hingegen erscheint in der Olivenölproduktion am zielführendsten. In den Reststoffströmen der Olivenölproduktion sind Polyphenole enthalten, die in die Umwelt eingebracht Probleme verursachen. Durch eine Wiedernutzung der Wertstoffe (Nährstoffe in der Landwirtschaft und Polyphenole in der Chemieindustrie) kann eine wirtschaftliche Weiternutzung gewährleistet bzw. die Einleitung in die Umwelt verhindert werden. In einem innovativen Trennverfahren konnten die Polyphenole in einem Prozesswasser angereichert werden. Aus diesem Wasser lassen sich die angereicher-

ten Polyphenole isolieren und weiter reinigen. In Anbauversuchen konnte gezeigt werden, wie Hydrogele und Reststoffe der Olivenölproduktion eingesetzt werden können, um die Wassereffizienz im Nahrungsmittelanbau und die Nährstoffversorgung im Boden zu erhöhen. Es besteht somit ein großes Potential, um mit angepasstem Stoffstrommanagement und Kreislaufführung die Wasser- und Ernährungssicherheit in Marokko zu verbessern. In der konkreten Umsetzung bestehen weiterhin Herausforderungen – kultureller, rechtlicher und technischer Natur.



In der Fachzeitschrift *Wasser und Abfall* können diese und weitere Informationen zum Projekt I-WALAMAR abgerufen werden.

Gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

An Initiative of the Federal Ministry of
Education and Research
CLIENT II
International Partnerships for
Sustainable Innovations



FiW

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

Dr.-Ing. Manuel Krauß

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

Kooperation NSF International – PIA GmbH ermöglicht internationale Prüfungen auf dem Prüffeld der PIA GmbH

Seit knapp 20 Jahren arbeitet die PIA GmbH mit NSF International zusammen. NSF International ist eine amerikanische Organisation, die Produkte testet, kontrolliert und zertifiziert. Die PIA GmbH ist das einzige europäische Prüflabor, das von NSF International für die Prüfung von abwassertechnischen Anlagen anerkannt ist. Hersteller können ihre dezentralen Anlagen zur Abwasserreinigung somit auf dem Prüffeld der PIA GmbH nach NSF/ANSI-Standards prüfen lassen.

NSF International (National Sanitation Foundation) wurde 1944 gegründet, um die Anforderungen an Hygiene und Lebensmittelsicherheit zu standardisieren. Seit mehr als vier Jahrzehnten betreibt NSF International Pionierarbeit bei der Entwicklung von Standards im Bereich nachhaltiger Wassermanagementlösungen in der Vor-Ort-Abwasserbehandlung. Durch den Einsatz von NSF/ANSI Standards wird Kunden die Zertifizierung von Systemen und damit der Marktzugang für ihre Abwasserprodukte erleichtert. Die ersten Verhandlungen zwischen NSF International und der PIA GmbH mit der Intention einer internationalen Zusammenarbeit begannen 2004. Im folgenden Jahr konnte der erste Vertrag geschlossen werden. Seitdem ist die PIA GmbH von NSF International anerkanntes Prüflabor und führt regelmäßig Prüfungen nach NSF/ANSI-Standards durch. Im Rahmen der Zusammenarbeit finden auch persönliche Treffen statt. Im Jahr 2016 besichtigten Mitarbeitende der PIA GmbH das NSF Head Quarter in Ann Arbor, Michigan, USA. 2017 wurde ein gemeinsames Seminar zum Thema Water (Re)Use in Frankfurt angeboten. Die Nähe zu Brüssel mit dem dort ansässigen NSF-Zweig Europe – Middle East – Asia (EMEA) erleichtert den lokalen Kontakt. In naher Zukunft ist eine weitere gemeinsame Informationsveranstaltung mit der Vorstellung möglicher Zertifizierungen und Dienstleistungen für interessierte Kunden geplant.

Die PIA GmbH ist weiterhin auch an der NSF-Normungsarbeit beteiligt. Für jeden Prüfstandard unterhält NSF International eine Task

Prüfstandard	Anzahl durchgeführter Prüfungen	Nationalitäten Hersteller
NSF/ANSI 40	8	B, D, UK
NSF/ANSI 245	6	D, UK
NSF/ANSI 350	3	D, NL, US

NSF/ANSI-Prüfungen, die auf dem Prüffeld der PIA GmbH durchgeführt wurden.

Group – ein Gremium, das in regelmäßigen Treffen die Inhalte der Standards überarbeitet und optimiert. Die Mitglieder der Task Groups bestehen aus verschiedenen Interessensvertretern. Sowohl NSF als auch Hersteller, Entscheidungsträger und Experten sind hier beteiligt. Die PIA GmbH repräsentiert in diesen Gremien die Prüfinstitute.

Folgende Prüfungen nach NSF/ANSI können derzeit auf dem Prüffeld der PIA GmbH durchgeführt werden:

- **NSF/ANSI 40: Residential Wastewater Treatment Systems**

Standard zur Prüfung der Reinigungsleistung von Kleinkläranlagen

- **NSF/ANSI 245: Wastewater Treatment Systems – Nitrogen Reduction**

Zusatz-Standard zur Prüfung der Stickstoffelimination von Kleinkläranlagen

- **NSF/ANSI 350: Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems**

Standard zur Prüfung der Reinigungsleistung zur Wasserwiederverwendung

Der Standard NSF/ANSI 350 ist von besonderer Bedeutung, da er derzeit der einzige verbreitete Prüfstandard für die Beurteilung der Reinigungsleistung dezentraler Anlagen zur Wasserwiederverwendung ist (Beurteilung chemischer, biologischer und mikrobiologischer Parameter). Der Standard kann sowohl auf Grauwasser-Anlagen als auch für Anlagen zur Behandlung von häuslichem Abwasser angewendet werden. Die Aufbereitung zu Trinkwasser ist ausgeschlossen. Weitere NSF-Standards für zukünftige Prüfleistungen bei der PIA GmbH stehen in der Diskussion.

Wir freuen uns auf das 20-jährige Jubiläum unserer Zusammenarbeit im Jahr 2024!



Für weitere Informationen über NSF International steht Vincent Boks, Managing Director EMEA, gerne zur Verfügung: vboks@nsf.org



PIA – Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH

Dipl.-Ing. Anna Lefering
Abteilungsleiterin Internationales Prüfwesen / Wasser(wieder-)verwendung
a.lefering@pia-gmbh.com

Schulungsangebot für den sicheren Betrieb und die Überwachung von Anlagen zur Abwasserbehandlung auf Schiffen

Für den sicheren Betrieb von Anlagen zur Abwasserbehandlung auf Schiffen ist eine entsprechende Qualifikation des Personals unerlässlich. Das gilt neben dem Betriebspersonal sowohl für die betriebsinternen Kontrollinstanzen als auch die behördlichen Kontrollen. Die PIA GmbH trägt mit ihrem kundenorientierten und praxisnahen Schulungsangebot dazu bei, die entsprechende Kompetenz hinsichtlich Betrieb, Monitoring und Compliance aufzubauen.

Anforderungen an die Behandlung und Einleitung von Abwasser an Bord von Seeschiffen sind im Anhang IV des Internationalen Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL 73/78) der internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO), einer Sonderorganisation der Vereinten Nationen, festgelegt. MARPOL-Anlage IV trat am 27. September 2003 in Kraft. Die aktuellen Regularien der IMO sehen keine Kontrollmechanismen zur Überwachung der Ablaufqualität von Anlagen zur Abwasserbehandlung an Bord von Seeschiffen vor. Es wird davon ausgegangen, dass eine einmal an einem Prototyp durchgeführte exemplarische Baumusterprüfung an Land ausreicht, um die Funktionsfähigkeit in der Praxis an Bord von Schiffen sicherzustellen. Die Performance wird aber maßgeblich von den Umgebungsbedingungen an Bord und vom Bediener beeinflusst.

Im Jahr 2012 veröffentlichte die Niederländische Schiffsinspektionsstelle die Ergebnisse einer Beprobung von 50 Schiffen (Fähren, Frachter, Tanker, Container- und Offshore Support Schiffe). Die ersten Ergebnisse von 32 beprobten Schiffen zeigten, dass keine Schiffskläranlage alle geforderten Grenzwerte eingehalten hatte. Daraufhin wurde der Test vorzeitig beendet. Im Durchschnitt wurde z.B. der Grenzwert für den BSB₅ um das 18-fache überschritten. Für den Parameter „coliforme Keime“ lag die Überschreitung bei mehr als dem 1.300-fachen. Bis Anfang 2017 wurden weitere Messkampagnen von den Nieder-

landen durchgeführt und die bisherigen Ergebnisse bestätigt. Lediglich drei Prozent der Schiffe hatten alle Grenzwerte eingehalten. Die Ablaufqualität der anderen Schiffe wurde mit folgenden Worten beschrieben: „Die Messergebnisse zeigten, dass die Mehrzahl der Schiffe nahezu unbehandeltes Rohabwasser aus den bauartzugelassenen Kläranlagen einleitet“. Diese Ergebnisse zeigen, dass ohne eine ernsthafte behördliche Überwachung die Ziele der Konvention zum Schutz der Meere nicht eingehalten werden. Daher sind neben dem Einsatz geeigneter Technologien auch rechtliche Regelungen zur Überwachung von Abwasserbehandlungsanlagen auf Seeschiffen erforderlich.

Vor diesem Hintergrund werden aktuell von der IMO die MARPOL Anlage IV und die zugehörigen Richtlinien überarbeitet. Die geplanten Neuerungen umfassen sowohl Anforderungen an die interne Betriebsüberwachung als auch die behördliche Kontrolle. Es werden auch das Führen eines Abwassertagebuchs und eines Abwassermanagementplans gefordert.

Neben der Baumusterprüfung wird somit zukünftig dem Betrieb und der Überwachung der Abwasserbehandlungsanlagen ein größerer Stellenwert eingeräumt. Die PIA GmbH unterstützt mit ihrer Expertise alle beteiligten Akteure, wie z.B. Anlagenhersteller, Betreiber und Kontrollbehörden, das entsprechende Fachwissen und Qualifikationen zu erlangen.

Die Schulungen werden dabei individuell für den Kunden zugeschnitten und können am Standort der PIA GmbH in Aachen, beim Kunden oder auch direkt an Bord von Schiffen durchgeführt werden.

Mitarbeitende der PIA GmbH sind z.B. regelmäßig als Referierende zu Schulungen der Wasserschutzpolizeischule (WSPS) eingeladen. Jüngst wurde die PIA GmbH von einem Kreuzfahrtunternehmen mit der regelmäßigen Schulung des Schiffspersonals beauftragt. Die Schulungen richten sich dabei von den Betriebstechnikern bis hin zu den Chefingenieuren und Umweltoffizieren.

Die gesteigerte Nachfrage nach einem adäquaten Schulungsangebot zeigt, dass die beteiligten Parteien motiviert sind, einen weiteren aktiven Beitrag für den Meeresumweltschutz zu leisten. Die PIA GmbH steht dabei gerne unterstützend zur Seite.



PIA – Prüfinstitut für
Abwassertechnik GmbH

Dipl.-Ing. Markus Joswig
Abteilungsleiter Marine Services
m.joswig@pia-gmbh.com

Pilotprojekt E-BO₍₂₎t zur Sektorenkopplung Wasser-Energie-Verkehr auf der Kläranlage Bottrop gestartet

Die Sektorenkopplung gilt als Schlüsselkonzept zur Umsetzung der Verkehrswende. Im Rahmen des Pilotprojektes E-BO₍₂₎t soll erstmalig die Herstellung von strombasierten E-Fuels am Standort der Kläranlage Bottrop der Emschergenossenschaft in bisher einzigartigem Maßstab umgesetzt werden.

Zur Produktion grüner methanolbasierter Kraftstoffe aus CO₂ und H₂ zeichnen sich Kläranlagen durch mehrere Standortvorteile aus. Kläranlagen bieten – neben einer direkten wasserwirtschaftlichen Nutzbarkeit von Reinsauerstoff (Nebenprodukt der H₂-Elektrolyse) – eine energetisch günstige grüne CO₂-Quelle (30 – 50 Vol.-% im Klärgas). Zudem verfügen Kläranlagen über einen dynamischen Strom- und Wärmehaushalt, der mit dem Energiebedarf der E-Methanolanlage gekoppelt werden kann.

Im Rahmen des Pilotprojektes E-BO₍₂₎t werden erstmalig diese Synergiepotenziale untersucht und Betriebserfahrung mittels einer innovativen Power-to-Methanol-Demonstrationsanlage auf der Kläranlage Bottrop generiert. Den Kern bildet der Bau der Demonstrations-

anlage, welche aus den Teilkomponenten CO₂-Abscheidung, Elektrolyseur (Maßstab 1 MW_{el}) und Methanolsynthese (Maßstab 60 kg/h) besteht. Das System aus Kläranlage und E-Methanolanlage wird in der Begleitforschung modelliert, bewertet und auf Skalierbarkeit sowie Vervielfältigung untersucht.

In dem ehrgeizigen Vorhaben arbeiten Emschergenossenschaft, die Forschungsinstitute FiW und OWI Science for Fuels gGmbH, beides An-Institute der RWTH Aachen, sowie der Elektrolyseurhersteller Aspens GmbH zusammen.

Gefördert wird das zum 01.06.2023 gestartete Vorhaben mit rund 12,45 Mio. Euro durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV).



FiW

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

Dr.-Ing. Kristoffer Ooms
Bereichsleitung UVT
ooms@fiw.rwth-aachen.de

Fabio Voit, M.Sc.
Projektleitung
voit@fiw.rwth-aachen.de



Rückblick auf das 21. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium 2023 im Maternushaus in Köln

Mehr als 220 Teilnehmende und 20 Ausstellende diskutierten am 12. und 13. Juni in 35 Fachbeiträgen, teils in parallelen Sessions, über aktuelle Fragen im Bereich der Wasserwirtschaft unter dem Einfluss der klimatischen Veränderung.

Eröffnet wurde die Veranstaltung durch Herrn Oliver Krischer, Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Herr Minister Krischer nahm in seiner Rede Bezug zu den aktuellen wasserwirtschaftlichen Herausforderungen und deren Brisanz unter klimapolitischem Blick sowie den in NRW initiierten Lenkungsmaßnahmen. In den Vortragsblöcken wurden sowohl technische Lösungen als auch For-

schungsergebnisse vorgestellt und diese teilweise auch sehr kontrovers diskutiert. Möglicherweise werden viele Themen zum 22. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium 2024 erneut aufgegriffen, um die weiteren Entwicklungen und Forschungsergebnisse zu präsentieren. Mit einem Stehkonvent bei Getränken und Fingerfood in der Fachausstellung mit musikalischer Begleitung klang der erste Tag aus.



Ulrike Franzke, StEB Köln und Thomas Wintgens, ISA.



Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen University

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

Ausblick auf die 15. AACHENER TAGUNG WASSERTECHNOLOGIE am 25. und 26.10.2023, im Eurogress Aachen

25./26. Oktober 2023,
Aachen



Schwerpunkt der Veranstaltung wird die Wasseraufbereitung und die Abwasserbehandlung sein. In 12 Blöcken werden 56 Fachbeiträge zu den aktuellen Schwerpunktthemen präsentiert:

- Spurenstoffelimination
- Membranprozesse und -bioreaktoren
- Industrieabwasser
- Wasserwiederverwendung
- Membranherstellung & -modifikation
- Deionisierung
- Adsorptive Verfahren
- Biologische Verfahren

Tagungsbegleitend findet im Foyer eine Fachaussstellung statt.

Informationen und Anmeldung unter www.avt.rwth-aachen.de/ATW und Dr. Michael Krumm, krumm@isa.rwth-aachen.de



WEITERE VERANSTALTUNGEN

28. November 2023,
Aachen

35. Aachener Kolloquium für Abfall und Ressourcenwirtschaft

→ www.aka-ac.de

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

08. Dezember 2023,
Aachen

FiW-Forum 2023

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

13. – 17. Mai 2024,
München

IFAT 2024

→ www.ifat.de

Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-,
Abfall- und Rohstoffwirtschaft

6. – 8. März 2024,
Essen

57. Essener Tagung für Wasserwirtschaft

→ www.essenertagung.de

Ansprechpartnerin: Dr. Verena Kölling
et@isa.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