



Ausgabe 16 • 01/2018

- 2• ISA – Institut für Siedlungswasserwirtschaft
- 4• FiW – Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft e.V.
- 5• PIA – Prüf- und Entwicklungsinstitut für Abwassertechnik e.V.
- 6• IWW – Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
- 7• PGG – Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie am Geographischen Institut
- 8• Bio V – Institut für Umweltforschung
- 10• AVT.CVT – Aachener Verfahrenstechnik – Chemische Verfahrenstechnik
- 11• Lehrstuhl für Controlling
- 12• Projekthaus Wasser – Interdisziplinäre Wasserforschung
- 14• ITA – Institut für Textiltechnik
- 15• LFI – Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie
- 16• EMR – Lehrstuhl Geowissenschaften Energie- & mineralische Ressourcen Gruppe
- 17• gia – Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme
- 18• IBAC – Institut für Bauforschung
- 19• gaiac – Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V.
- 20• LFH – Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie
- 21• ISB – Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr
- 22• INaB – Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen
- 23• uniklinik RWTH aachen – Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
- 24• Veranstaltungen

Wasserforschung in Aachen



Liebe Leserinnen, liebe Leser!

Wasser ist die Grundvoraussetzung allen Lebens. Es hat für den Menschen die gleiche Bedeutung wie Nahrung oder Sauerstoff; Pflanzen und Tiere benötigen es für ihr Wachstum. Wasser ist aber auch eine bedrohte Ressource: der Wasserbedarf der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft steigt weltweit an, während gleichzeitig die Wasservorräte durch Verschmutzung, Übernutzung und Dürren abnehmen. Dies gilt in einer globalen Perspektive, aber auch bei uns in Deutschland wird die Qualität von Oberflächengewässern und Grundwässern durch den Eintrag neuer Schadstoffe beeinträchtigt. Wasser kann für den Menschen aber auch zu einer Bedrohung werden, weshalb Vorkehrungen und Strategien zum Schutz vor Hochwässern und Überflutungen getroffen werden müssen. Die absehbaren Veränderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, betreffen in erster Linie die Wasserwirtschaft.

Der zukünftige Umgang mit Wasser gehört zu den globalen Herausforderungen, den „Global Challenges“, deren Lösung sich die RWTH Aachen in ihrer Exzellenzstrategie verschrieben hat. Mit ihrem Zukunftskonzept verfolgt sie das Ziel, einen wesentlichen Beitrag zur universitären Spitzenforschung in Deutschland zu leisten. Vor allem Forschungsthemen mit

hoher gesellschaftlicher und globaler Relevanz sowie interdisziplinäre und internationale Kooperationen stehen dabei im Mittelpunkt. Die RWTH Aachen strebt an, ihr wissenschaftliches Profil als integrierte, interdisziplinäre und internationale Hochschule durch einen grundlegenden Umwandlungsprozess zu schärfen und zu festigen.

Vor diesem Hintergrund freut es mich, darauf hinweisen zu können, dass das Thema Wasser an der RWTH in einer beeindruckenden Vielfalt behandelt wird. Die vorliegende Ausgabe von „acwa aktuell“ gibt einen Überblick über die Lehrstühle und Institute, die sich mit diesem wichtigen Forschungsgegenstand befassen. 19 Forschungseinrichtungen aus 6 Fakultäten stellen sich mit beispielhaften Projekten vor. Hervorzuheben ist auch die Beteiligung von 3 An-Instituten, die als Transferinstitute an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis von hoher Bedeutung für die RWTH Aachen sind.

Es ist mir darüber hinaus wichtig zu betonen, dass das Thema Wasser auch in der Lehre eine hohe Bedeutung hat. Es spielt eine wichtige Rolle in den klassischen Studiengängen unserer Fakultäten, es sind in den letzten Jahren aber auch neue Studiengänge eingerichtet worden, bei denen das Thema Wasser eine zentrale Rolle spielt, so z. B. der Studiengang „Umweltingenieurwissenschaften“ und die beiden internationalen Masterstudiengänge „Master of Management and Engineering in Water“ und „Sustainable Management – Water and Energy“.

Ich wünsche Ihnen eine vergnügliche und aufschlussreiche Lektüre!

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ernst M. Schmachtenberg
Rektor der RWTH Aachen University

μ^3 – EMERGING POLLUTANTS RESEARCH CENTER AACHEN

am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen

μ^3 -Neubau des Umweltanalytischen Laboratoriums und Technikums

50 Jahre Erfahrung in anwendungs- und grundlagenorientierter, interdisziplinärer Umweltforschung sind eine einzigartige Grundlage für innovative Forschungsvorhaben u. a. mit verschiedenen Praxispartnern. Mit dem Neubau des Umweltanalytischen Laboratoriums und Technikums setzt das Institut für Siedlungswasserwirtschaft diese lange Tradition ab Januar 2018 am Standort Soers nun unter dem neuen, transdisziplinären Konzept „ μ^3 – Emerging Pollutants Research Center“ weiter fort.

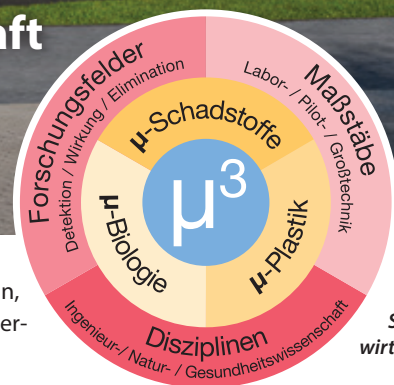
Einzigartig an diesem Komplex mit 1.400 m² modernsten analytischen und biologischen Laboratorien, Büros und einem Technikum mit 240 m² für die halbtechnischen Versuchsanlagen wird die Errichtung eines Praktikums sein, um vor Ort 30–50 Studierenden der Umwelt-, Bau- und Wirtschaftsingenieurwissenschaften eine praxisnahe Ausbildung zu ermöglichen.

Neben den klassischen Analysetechniken für Nährstoffe kommen u. a. verschiedene massenspektrometrische Verfahren zum Einsatz (ICP-MS, GC-MS, (HR)GC/(HR)MSⁿ, HPLC-MSⁿ, LTQ Orbitrap). Letztere Methoden werden auch zum Nachweis und zur Identifikation von Transformationsprodukten im Target-/ Suspect- oder Non-Target-Screening verwendet. Ergänzt wird die chemische Analytik durch biologische und ökotoxikologische Untersuchungsverfahren auf verschiedenen

Trophiestufen mit Gen-Sonden, Algen, Daphnien, Leuchtbakterien und Wasserlinsen.

Das μ^3 -Konzept spiegelt unsere schadstoffübergreifende und transdisziplinäre Forschung in den unterschiedlichen Untersuchungsmaßstäben (Labor, Halb- und Großtechnik) wider. Bei den neuen, umweltrelevanten Schadstoffgruppen handelt es sich insbesondere um μ -Schadstoffe (Spurenstoffe/Mikroschadstoffe), μ -Plastik (Mikroplastik) sowie μ -biologische Kontaminanten (Mikroorganismen).

Neben den organischen Spurenstoffen/Mikroschadstoffen wie Arzneimittelrückständen, Industriechemikalien und Personal-Care-Produkten können auch anorganische μ -Schadstoffe in Wasser-, Schlamm- und Boden im Ultrapurenbereich analysiert werden. Mikroplastik wird aus unterschiedlichen Quellen in die Gewässer eingetragen. Bislang gibt es keine gesicherten Erkenntnisse zu den relevanten Quellen und deren Quantifizierung hinsichtlich Menge und Art. Hier betreibt das ISA Methodenentwicklungen zu unterschiedlichen Analyseverfahren zur Identifizierung und Quantifizierung von Mikroplastik in allen Umweltmedien (μ -Plastik). Die mikrobiologischen Kontaminanten betreffen pathogene Mikroorganismen, wobei neben ihrer generellen Reduktion insbesondere auch die Reduktion antibiotika-resistenter Organismen im Vordergrund steht (μ -biologische Kontaminanten).



μ^3 -Konzept
am Institut für
Siedlungswasser-
wirtschaft der RWTH
Aachen (ISA)

Diese Schadstoffgruppen werden in interdisziplinären Teams aus internen und externen Mitarbeitern sowie Partnern aus den drei μ^3 -Kernbereichen Ingenieur-, Natur- und Gesundheitswissenschaften untersucht. Dabei werden an unserem Institut neben der Durchführung und Entwicklung von neuen Methoden zur analytischen Detektion auch deren ökotoxikologische Wirkung und neuartige Verfahren zur Elimination (z. B. AOP- und BAK-Verfahren) untersucht. Mit dem neuen „ μ^3 – Emerging Pollutants Research Center“ wird die langjährige Umweltforschung und Ingenieurausbildung des ISA auf die zukünftigen Herausforderungen der Wasserwirtschaft ausgerichtet und bietet Partnern aus Forschung und Praxis sowie Studierenden sowohl vielfältige als auch maßgeschneiderte Möglichkeiten für eine gemeinsame transdisziplinäre Forschung.



Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen

Dr.-agr. Dipl.-Chem. Volker Linnemann
Laborleiter/Lehrbeauftragter
linnemann@isa.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Frank Benstöm
Forschungsgruppenleiter
benstoem@isa.rwth-aachen.de
www.isa.rwth-aachen.de

ANTIBIOTIKA-RESISTENZEN IN DER AQUATISCHEN UMWELT

Die weltweite Zunahme antibiotika-resistenter Bakterienstämme wird von der World Health Organization (WHO) als eine der derzeit größten Herausforderungen für die Menschheit angesehen. Um die Einträge von Antibiotika bzw. antibiotika-resistenten Erregern in die Umwelt zu minimieren, soll entsprechend der Deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie (DART) zukünftig der Einsatz von Antibiotika in der Human- und Tiermedizin reduziert werden. Des Weiteren sollen zur Vermeidung einer weiteren Verbreitung in der Umwelt die verschiedenen Eintragungspfade nachvollzogen werden.

Im BMBF-Forschungsvorhaben „Biologische bzw. hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle antibiotika-resistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern (HyReKA)“ soll die Ausbreitung antibiotika-resistenter Erreger aus Krankenhäusern, Tiermast- und Schlachtbetrieben sowie Flughäfen über die Abwässer und Kläranlagen in die Oberflächengewässer nachverfolgt werden.

Der Projektverbund hat sich zum Ziel gesetzt, die Einträge von antibiotika-resistenten Bakterien, Resistenzgenen und Antibiotikarückständen qualitativ und quantitativ zu bewerten. Dazu wird das Übertragungsrisiko aus dem Umweltbereich zurück zum Menschen bestimmt (Microbial dissemination)

und die Resistenzen aus Abwässern werden auf deren Ursprungsort rückverfolgt (Microbial Source tracking). Ebenfalls werden innovative technische Verfahren der Abwasserbehandlung untersucht, um Verbreitungspfade der Antibiotika-Resistenzen zu unterbrechen.

Die Ergebnisse des Projekts sollen dabei helfen, künftig Risiken der Verbreitung von multiresistenten Bakterien über Abwässer besser erkennen und vermeiden zu können und Handlungsempfehlungen zur Erstellung angepasster Regularien für die identifizierten Risikobereiche auszusprechen.

Das Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen ist zuständig für die Bearbeitung der siedlungswasserwirtschaftlichen Fragestellungen. Ziel der Arbeiten ist, die gesammelten Daten zur Belastung der unterschiedlichen Abwasserströme mit Antibiotika-Resistenzen im Gesamtkontext zu bewerten und siedlungswasserwirtschaftliche Handlungsempfehlungen auszusprechen. Im Einzelnen sind dazu folgende Arbeitsschritte im Projekt vorgesehen:

- Aufbau eines Eintragungspfadmodells zur Simulation unterschiedlicher Einträge aus urbanen Einzugsgebieten in Oberflächengewässer
- Bewertung der Relevanz der betrachteten Eintragungspfade für verschiedene Szenarien
- Ökonomische und ökologische Bewertung zentraler und dezentraler technischer Aufbereitungsverfahren für die unterschiedlichen Abwasserströme.

ISA – Institut für Siedlungswasserwirtschaft

Das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) ist seit vielen Jahren im Dienste des Umwelt- und Gewässerschutzes tätig. Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind sämtliche Fragestellungen aus dem Bereich der Siedlungswasserwirtschaft von der Trinkwasserversorgung und -aufbereitung über die Siedlungsentwässerung und die Abwasserreinigung bis hin zu energetischen sowie ökologischen und ökonomischen Fragen in diesem Zusammenhang. Ebenso gehören Fragen des Ressourcenmanagements zu den Arbeitsfeldern.

Foto: © Kateryna_Kon – Fotolia.com



Das Verbundprojekt wird vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit dem Institut für funktionelle Grenzflächen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

und dem Universitätsklinikum Bonn mit dem Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit (IHPH) geleitet. Neben dem ISA sind zwölf weitere Partner (Umweltbundesamt, Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen und Abwasserverbände) am Projekt beteiligt.

Das HyReKA-Projekt ist Teil der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“.



Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
Institutsleiter
sekretariat@isa.rwth-aachen.de

Julian Firk, M.Sc.

Forschungsgruppe Abwasserbehandlung
firk@isa.rwth-aachen.de

www.isa.rwth-aachen.de

MOBILEVIEW

Nutzung von Sensordaten aus Fahrzeugen für die Verdichtung von Niederschlagsinformationen als Teil der Digitalisierungsstrategie der Wasserwirtschaft

FiW – Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft

Das FiW e.V. wurde 1979 als unabhängiges Institut an der RWTH Aachen gegründet. Die Mitglieder des Trägervereins gehören der Wissenschaft, Wasserverbänden, Planungsbüros und der Entsorgungswirtschaft an. Vertreter aus dem beratenden und industriellen Bereich, der RWTH und von Bundes- und Landesministerien sind im Forschungsbeirat des FiW aktiv. Unser Ziel ist die Entwicklung nachhaltiger Strategien und innovativer Verfahren für die Wasser- und Abfallwirtschaft. Als An-Institut der Hochschule legen wir Wert auf eine anwendungsorientierte Forschung und die Lösung praxisnaher Fragestellungen.

Foto: © pibabay.com

Das Ziel des Projektes mobileVIEW ist die Kombination von Sensordaten aus fahrenden Kfz mit stationsgebundenen Daten sowie Radar- und Satellitendaten zur Erfassung von Niederschlagsereignissen. Im Einzugsgebiet des Projektpartners Emschergerossenschaft/Lippeverband werden die vorhandenen Bestandsdaten zu Niederschlag und klimarelevanten Parametern vom Deutschen Wetterdienst und den Verbandsmessstellen verdichtet.

In dem Projekt mobileView werden eine Reihe von Sensordaten erfasst, die im Zusammenhang mit Niederschlagsereignissen bewertet werden können, z. B. Temperatur und Luftdruck; diese werden zentral zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Hieraus abgeleitet werden Kurzfristvorhersagen für Niederschlagsereignisse, die zum einen der Wasserwirtschaft für Prognosen und Steuerungen ihrer Systeme dienen und zum anderen – im Fall von Starkregen – auch den Feuerwehren und dem Katastrophenschutz wertvolle Informationen liefern können. Im Zusammenhang mit weiteren Echtzeitdaten (z. B. beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) vorliegende Daten) sollen die so erfassten Informationen auch an die einzelnen Kfz bzw. eine Smartphone-App zurückgespielt werden können und als unmittelbare Verkehrsinformation oder Warnung dienen. Die wesentliche Aufgabe im Projekt liegt darin, aus der Fülle von Einzel-

informationen (BigData) eine Gesamtinformation zu erzeugen, die einen Mehrwert gegenüber den Einzeldaten aufweist (SmartData). Dabei werden weitere Nutzungsmöglichkeiten der erfassten Daten über die oben genannten Bereiche hinaus mit untersucht. Die Ergebnisse des Projektes sollen eine Verdichtung von Niederschlagsinformationen und damit eine bessere Vorhersage von Starkniederschlagsereignissen liefern und einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierungsstrategie der deutschen Wasserwirtschaft leisten.

Die Einbeziehung der Bevölkerung in relevante Prozesse der Wasserwirtschaft und die Wechselwirkungen zwischen Wasserwirtschaft und Verkehrswirtschaft und weiteren Bereichen, wie z. B. der Energiewirtschaft, sind darüber hinaus Aufgaben des Entwicklungsvorhabens.

Ziele des Vorhabens

1. Verbesserung der Echtzeit-Flächeninformation über den Niederschlag
2. Verbesserung des Systemverständnisses und Relevanz anderer in Kfz oder im Verkehrsbereich erhobener Daten für die Wasserwirtschaft
3. Verbesserung der Eingangsdaten für die hydrologische und hydraulische Modellierung und damit Verbesserung des Nowcasting und der Vorhersage von Ereignissen

Als ein übergeordnetes Ziel steht dabei die Fähigkeit im Fokus, kurzfristige Warnungen vor Starkregenereignissen und deren Auswir-

kungen im ländlichen Raum (Untersuchungsgebiet Münsterland) und im urbanen Raum (Untersuchungsgebiet Ruhrgebiet) bereitzustellen, von denen administrative Einheiten (z. B. Katastrophenschutz), juristische Personen (z. B. Firmen, die durch Überschwemmungen Produktionsausfälle zu befürchten haben) und Einzelpersonen (z. B. Warnungen) profitieren.

In mobileVIEW werden eine Methode und ein Werkzeugkasten entwickelt, mit dem Frühwarn- und damit Entscheidungsprozesse zukünftig effizienter geführt und begleitet werden können.



Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e. V.

Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bolle
Geschäftsführer
bolle@fiw.rwth-aachen.de

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

Dr.-Ing. Gesa Kutschera
Innovation & Wissenstransfer
kutschera@fiw.rwth-aachen.de
www.fiw.rwth-aachen.de

ABWASSER- UND KLÄRSCHLAMMMANAGEMENT AUF FLUSSKREUZFAHRTSCHIFFEN

Flusskreuzfahrten haben sich in den letzten Jahren zu einer beliebten Reiseform in Europa entwickelt. Gegenüber 2006 hat sich die europäische Flusskreuzfahrtflotte um 148 Schiffe auf eine Gesamtkapazität von 335 Schiffen vergrößert. Im Jahr 2016 wurde mit 1,36 Millionen gebuchter Flusskreuzfahrten eine neue Rekordmarke erreicht. Während aktuell der Großteil der Schiffe noch auf Rhein, Donau und Elbe verkehrt, soll zukünftig das Angebot an Flussreisen in Frankreich, Spanien und Portugal sowie auf den Nebenflüssen des Rheins vergrößert werden. Für die nächsten Jahre geht die Branche von einem weiteren stetigen Wachstum aus.

Die an Bord eines Flusskreuzfahrtschiffes entstehenden Abfälle und Abwässer sind in Europa nach abgestimmten Regelungen zu entsorgen. Schiffsabwässer häuslicher Herkunft, die durch den bordeigenen Hotelbetrieb entstehen, sind entweder an Bord direkt zu behandeln oder zur landseitigen Behandlung in kommunalen Kläranlagen zwischenspeichern.

In den letzten Jahren hat sich der Einsatz von Bordkläranlagen zur eigenständigen Abwasserbehandlung als favorisierte Entsorgungslösung auf Flusskreuzfahrtschiffen durchgesetzt. Als Verfahrenstechnik konnte sich die Membrantechnologie etablieren. Im Vergleich zu anderen Behandlungsverfahren bieten Membran-Bordkläranlagen aufgrund ihrer kompakten Maße deutliche Vorteile hinsichtlich des Platzanspruches und des zu transportierenden Gewichtes.

Positive Betriebserfahrungen aus den letzten Jahren unterstreichen ihre Einsatztauglichkeit. Aktuelle Messungen belegen, dass die gesetzlich festgelegten Grenzwerte zuverlässig eingehalten werden. Das Abwassermanagement konnte somit den Bedürfnissen der Flusskreuzschiffahrt optimal angepasst werden.

Aktueller Handlungsbedarf wird vom Gewerbe bei der Entsorgung von Klärschlämmen, die beim Betrieb von Bordkläranlagen entstehen, gesehen. Aufgrund eines dünnen Entsorgungsnetzes mit wenigen geeigneten Übergabestellen stellt eine Entsorgung vielerorts das Bordpersonal vor Herausforderungen. Oftmals können die Reststoffe nur über Tankwagen abtransportiert werden, um anschließend auf kommunalen Kläranlagen entsorgt zu werden. Die Übergabe von Klärschlämmen an Tankwagen wird vielfach durch die örtlichen Verhältnisse der Liegeplätze stark erschwert, da es sich um touristisch hochfrequentierte Uferpromenaden handelt. Unvermeidbare Lärm- und Geruchsemissionen werden vom Umfeld negativ wahrgenommen und können das Bild einer umweltverbundenen Flusskreuzschiffahrt stören.

Vor diesem Hintergrund wird aktuell am PIA im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts nach technischen Lösungsmöglichkeiten geforscht, das Klärschlammmangement an Bord zu verbessern. Ziel des Projektes ist eine Entwässerung des Überschussschlammes direkt vor Ort an Bord, um die zu entsorgenden Mengen und damit auch

PIA – Prüf- und Entwicklungsinstitut für abwassertechnik

Das PIA wurde 1999 als gemeinnütziger Verein (PIA e.V.) gegründet und ist seit Oktober 1999 als An-Institut der Fakultät für Bauingenieurwesen der RWTH Aachen anerkannt. Das PIA betreibt anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Beratung in den Bereichen dezentrales Abwassermanagement und Schiffsumwelttechnik. Im Jahr 2002 wurde das PIA-Prüfinstitut für Abwassertechnik (PIA GmbH) als Prüfeinrichtung des PIA e.V. gegründet. Die PIA GmbH ist eine akkreditierte und notifizierte Prüfstelle im Rahmen der weltweiten Zertifizierung von abwassertechnischen Anlagen und Produkten.

die Anzahl an Landabgaben deutlich zu reduzieren. Dazu sollen Membranmodule, die bisher in den bordeigenen Membranbioreaktoren zum Einsatz kommen, so modifiziert werden, dass der entstehende Überschussschlamm gezielt an Bord entwässert werden kann. Die Implementierung der Module in den bereits vorhandenen Schlammstauertank führt hierbei zu keinem zusätzlichen Platzbedarf.

Die an Land zu entsorgende Klärschlammmenge soll so um 65 % reduziert werden können. Nach ersten erfolgreichen Testreihen an Land in diesem Jahr ist für die Fahrtsaison 2018 die Installation eines Prototypen in den Schlammstauertank eines Flusskreuzfahrtschiffes vorgesehen, um Langzeiterfahrungen zu Betriebsstabilitäten und Dauerhaftigkeiten der eingesetzten Membranmodule unter realen Einsatzbedingungen zu gewinnen. Zusätzlich wird untersucht, in welchem Umfang das Filtrat der Schlammstauwasserung zu einer Rückbelastung führen wird.



Prüf- und Entwicklungsinstitut für Abwassertechnik an der RWTH Aachen e.V.

Dr.-Ing. Elmar Dorgeloh
Geschäftsführer
dorgeloh@pia.rwth-aachen.de

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

IWW – Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW) der RWTH Aachen bearbeitet national wie international Projekte der angewandten Forschung sowie der Grundlagenforschung in den Bereichen Hochwasserschutz, Wasserkraft, Sedimenttransport und Morphodynamik, Gewässergüte, Küstenschutz und konstruktiver Wasserbau. Dem IWW stehen in diesem Zusammenhang eine neue Wasserbauhalle mit modernster Messtechnik, zahlreiche numerische Modellverfahren sowie innovative in-situ-Messverfahren zur Verfügung.

DYNAMISCHE FLUSSESDIMENTE

Niers im Bereich Geldern.

Flüsse haben unsere Landschaften über Millionen von Jahren geprägt und die unterschiedlichen Landschaften so gestaltet, wie wir sie heute kennen. Das Erscheinungsbild der Flüsse ist dabei das Ergebnis einer Vielzahl von klein- und großräumigen, kurz- und langfristigen Prozessen. Viele Parameter aus den Bereichen Sohlbeschaffenheit, Hydrologie, Gewässerhydraulik und Vegetation beeinflussen in anhaltender Wechselwirkung diese dynamischen Prozesse und sind von enormer Bedeutung nicht nur für die limnischen und marinen Ökosysteme, sondern auch für anthropogene Nutzungen des Gewässers wie den Hochwasserschutz, die Häfen und Wasserstraßen, die Wasserversorgung, die Wasserkraft und die Landnutzung.

Flüsse sind dynamische Systeme, die sich ständig verändern und auch in Zukunft ständigen Änderungen unterworfen sind. Erosion und Sedimentation sind natürliche Vorgänge, die es schon immer gegeben hat und auch in Zukunft immer geben wird. Ein Stein oder Felsblock, der im Oberlauf eines Gewässers durch die Kräfte des Wassers erodiert wird, findet nach u. U. Jahrtausenden feingemahlen den Weg ins Meer, wenn er nicht irgendwo zwischengelagert oder dauerhaft abgelagert wird.

Anthropogene Aktivitäten greifen in diese natürlichen Prozesse des Sedimenttransports ein bzw. werden durch den Sediment-

transport gestört. So kommt es in Hafenbecken oder in Talsperren zu unerwünschter Sedimentation, durch Uferabbrüche oder an Brückenpfeilern zur Erosion. Die fehlende Abflussdynamik staugeregelter Flüsse lässt eine natürliche Sedimentdynamik nicht mehr zu, wodurch es z. B. zur Kolmation und damit zu einer Veränderung nicht nur des Makrozoobenthos in der Gewässersohle, sondern auch der aquatischen Ökosysteme kommen kann. Das Spannungsfeld entsteht somit einerseits durch den Wunsch der Menschen nach quasi-statischen Systemen, auf der anderen Seite durch das Bestreben der Flüsse, sich ständig zu verändern. Derzeit entwickelt sich in der Gesellschaft der Wunsch nach naturnahen Gewässern mit einer Rückkehr zum Ausgangszustand, unklar ist jedoch, welcher Ausgangszustand hiermit in einem dynamischen System gemeint ist.

Das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft bearbeitet derzeit zahlreiche Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Sediment- und Morphodynamik mit dem Ziel, die klein- und großräumigen Prozesse sowie die maßgebenden Einflussfaktoren besser zu verstehen und damit auch eine möglichst naturnahe Sedimentdynamik bei anthropogenen Einflüssen zu ermöglichen. An Rhein und Elbe hat das IWW in den letzten Jahren auf der Grundlage umfangreicher Daten eine Sedimentbilanz jeweils von der Quelle bis zur Mündung aufgestellt. Diese

Untersuchungen erlauben einerseits ein verbessertes Verständnis der Transporte von Feinsedimenten, Sand und Kies, andererseits konnten die Auswirkungen großer Maßnahmen an diesen Gewässern erheblich besser quantifiziert und bewertet werden.

In einigen anderen Forschungsvorhaben beschäftigt sich das IWW mit den kleinräumigen Prozessen in der Gewässersohle. Die Beeinflussung der Porosität der Gewässersohle z. B. durch Feinsedimenteintrag ist von zentraler Bedeutung für diverse Austauschprozesse. Das IWW arbeitet hier mit hochkomplexen numerischen Modellverfahren auf der Grundlage der Lattice-Boltzmann Gleichungen zur direkten numerischen Simulation der Strömungsprozesse sowie mit DEM-Modellverfahren zur Simulation der Bewegung der einzelnen Sedimentpartikel. Auf diese Weise können die hochkomplexen Prozesse in der Gewässersohle besser verstanden und der Einfluss anthropogener Maßnahmen besser bewertet werden.



Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen University

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf
Lehrstuhlinhaber
schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de

www.iww.rwth-aachen.de

FLUSSSEDIMENTE ALS SPEICHER UND QUELLE FÜR SCHADSTOFFE: BEISPIELE AUS DER EUREGIO MAAS-RHEIN

Wurmtal bei Würselen.

Spurenelemente gelten als Schadstoffe, sobald ihre Konzentration im Boden einen Schwellenwert übersteigt und dann eine Schädigung auf Organismen hat. Der regionale geogene Hintergrundwert für bspw. Schwermetalle kann, geologisch bedingt, verhältnismäßig hoch sein. In der Regel sind erhöhte Konzentrationen jedoch auf anthropogene Quellen zurückzuführen. Diese Punktquellen (z. B. direkt einleitende industrielle Betriebe) und diffusen Quellen (z. B. durch den Einsatz von Düngemitteln) führen den Flusslandschaften vor allem seit der Industrialisierung große Mengen an Schadstoffen zu. Adsorbiert an die Feinfraktion der Flusssedimente werden diese transportiert und abgelagert. Durch die Akkumulation der kontaminierten Sedimente entstehen Archive, die Aufschluss über die Belastungshistorie geben. Hochwasserereignisse oder die Verringerung der Sedimentlast durch zunehmende Versiegelung können durch eine Verstärkung der Erosion die gespeicherten Schadstoffe remobilisieren. Durch den Einsatz von Element- und Korngrößenanalyse können erhöhte Gehalte von Spurenelementen bewertet und mit der Landschafts- und Kulturgeschichte verknüpft werden.

Heutzutage sind Kontaminationen in der Euregio Maas-Rhein noch in vielen Fällen durch

den Bergbau und die Industrialisierung des 19. und 20. Jh. bedingt. Unterschiedliche industrielle Schwermetalle, wie Erzverhüttung in den Einzugsgebieten der Inde und Geul oder Textilherstellung im Einzugsgebiet der Wurm, geben den Gewässern zudem unterschiedliche Spurenelement-„Fingerabdrücke“. Hinsichtlich des Bestandes an potentiell toxischen Spurenelementen zeichnen sich präindustrielle Sedimente an der Wurm durch Gehalte nahe des Mittelwertes europäischer Böden aus. Der Beginn und die Hochphase der Industrialisierung lassen sich durch deutliche Spitzen der Gehalte von Cu, Zn, As, Hg und Pb identifizieren, die lokale empirische Schwellenwerte z. T. deutlich übersteigen. Sedimente flussaufwärts der Adamsmühle bei Würselen zeigen in einer Tiefe von 100 cm (ca. 1910–1930) Zn-Gehalte von ca. 3.000 mg/kg bei einem geogenen Hintergrundwert von etwa 170 mg/kg. In geringeren Tiefen sinken die Gehalte auf Werte, die darauf hinweisen, dass die Kontamination eine Mischung aus Abwässern industrieller und kommunaler Herkunft darstellt. Dies ist u. a. auf Fortschritte in der Klärtechnik und Restriktionen seitens der Umweltpolitik in der zweiten Hälfte des 20. Jh. zurückzuführen.

Einzelne Oberböden und Sohlsedimente sind jedoch durch die Remobilisierungsprozesse einer erneut stärkeren Belastung ausgesetzt.

PGG – Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie am Geographischen Institut

Die Schwerpunkte des Lehrstuhls liegen in der Umweltforschung und Landschaftsrekonstruktion. Dabei werden geomorphologische, sedimentologische und geoökologische Fragestellungen in den Bereichen Sediment & Wasser sowie Relief & Boden für unterschiedliche Zeitscheiben des Holozäns thematisiert. Neben Geländearbeiten, Fernerkundung und GIS wird insbesondere Laboranalytik eingesetzt, um komplexe Sachverhalte wie Landnutzungsänderungen oder die Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen zu untersuchen.

Dies zeigt sich z. B. durch erhöhte Schwermetallgehalte in der Gewässersohle und in den Hochflutsedimenten. In verschiedenen Projekten am PGG werden das Erosionspotenzial von Flutereignissen, die räumliche Verbreitung von Schadstoffen sowie das Schadstoffinventar der remobilisierbaren Sedimente an der Geul, Inde und Wurm untersucht.

Diese Beispiele zeigen, dass sich vergangene anthropogene Einflüsse auch noch heute auf die Umwelt auswirken können. Besonders in Hinblick auf die durch den Klimawandel induzierte Erhöhung der Frequenz und Magnitude von Starkregenereignissen sind diese Forschungsprojekte in Flusslandschaften wichtiger Gegenstand aktueller Wasserforschung.



**Lehrstuhl für Physische Geographie und
Geoökologie am Geographischen Institut**

Univ.-Prof. Dr. Frank Lehmkuhl
Lehrstuhlinhaber
flehmkuhl@geo.rwth-aachen.de

Michael Buchty-Lemke
buchty@geo.rwth-aachen.de

Verena Esser
verena.esser@geo.rwth-aachen.de
www.pgg.rwth-aachen.de

FÜR EINE BESSERE UMWELT UND GEWÄSSERQUALITÄT



BIO V – Institut für Umweltforschung

Mit unserer Forschung wollen wir Dynamik und Wirkungen von Stressfaktoren in der Umwelt bewerten und Methoden entwickeln, um Belastungen zu beseitigen oder zu verringern. Das Institut für Umweltforschung forscht und lehrt in den Bereichen Ökochemie, Ökologie und Ökotoxikologie.

Das Institut für Umweltforschung der RWTH besteht aus den Organisationseinheiten

- **Lehrstuhl für Umweltbiologie und Schadstoffforschung**

(Leitung: Prof. Dr. Andreas Schäffer)

und dem

- **Lehr- und Forschungsgebiet Ökosystemanalyse**

(Leitung Univ.-Prof. Dr. Henner Hollert).

Am Institut werden die folgenden drei Querschnittsthemen (a) Effekte und Monitoring, (b) Modellierung/Simulation und (c) Verbleib und Sanierung bearbeitet.

Der **Lehrstuhl Umweltbiologie und -chemodynamik (UBC)** wird von **Prof. Dr. Andreas Schäffer** geleitet und umfasst die Arbeitsgruppen Umweltchemie, Ökologie und Ökotoxikologie der Lebensgemeinschaften und Quantitative Ökologie. Mit Projekten in diesen Themenbereichen werden Bausteine für die Umweltrisikobewertung von Chemikalien erarbeitet. Als Vorstandsvorsitzender des Instituts für Ökosystemanalyse gaia, ein Aninstitut der RWTH Aachen, ist er für die Umsetzung der Forschungsarbeiten in der Praxis verantwortlich. Herr Schäffer wirkt in nationalen und internationalen Gremien zur Umweltrisikobewertung von Chemikalien mit.

Schwerpunkte am Lehrstuhl sind

- die Untersuchung des Schicksals organischer Schadstoffe (z.B. Pestizide, Pharmaka) in Böden, Sedimenten und Pflanzen,
- die Entwicklung von „Passive Sampling“-Methoden zur Messung bioverfügbarer organischer Schadstoffe in Böden, Sedimenten und Oberflächengewässern,
- die Entwicklung von „Passive Dosing“-Ansätzen in Studien zu Toxizität und biologischem Abbau von Chemikalien,

- der Verbleib und die mögliche Toxizität von synthetischen Nanomaterialien in Gewässern und Böden,
- die qualitative Bewertung von Lebensgemeinschaften durch strukturelle Merkmale der Biozönosen und deren Beziehung zu Standort typischen Umweltparametern,
- die Entwicklung mathematisch-statistischer Algorithmen und Methoden zur multivariaten Modellierung, Kausalanalyse und ökologischen Mustererkennung,
- die Nutzung von Pflanzen zur Dekontamination von belasteten Gewässern und Böden.

Das **Lehr- und Forschungsgebiet Ökosystemanalyse** wird von **Univ. Prof. Dr. Henner Hollert** geleitet und befasst sich mit der bioanalytischen Untersuchung von chemischen und natürlichen Stressoren in der Umwelt und der Untersuchung ihrer adversen Effekte gegenüber verschiedenen biologischen Stufen des Lebens, vom Molekül bis zum Ökosystem. Ein Schwerpunkt der Arbeiten ist im Bereich der Wasserforschung und speziell der Mikroschadstoffe angesiedelt: Chemikalien, gelöste und Sediment-gebundene Wasserinhaltsstoffe werden mit zellbasierten Biotests bezüglich ihrer toxischen Effekte bewertet. Neben akuten Biotestverfahren werden auch „Mechanismus-spezifische Testverfahren“ angewendet, bei denen subtilere biologische Wirkungen ermittelt werden: In Zellkulturen kann beispielsweise die erbgutverändernde Wirkung, die Dioxin-ähnliche und auch endokrine Wirkung ermittelt werden. In diesem Kontext werden Biotestverfahren, wie etwa der Fischeitest mit dem Zebraquarienfisch und Zellkulturverfahren als Alternativmethoden zu Tierversuchen weiterentwickelt. Die Frage nach der ökologischen Relevanz der Laborbefunde für die Situation im Freiland kann mit

solchen Biotestverfahren nicht beantwortet werden. Hierzu werden taxonomische Bestandsaufnahmen und auch die Untersuchung bestimmter Biomarker an Fischen aus dem Freiland durchgeführt. Der gemeinsame Einsatz von chemischen Analysen, biologischen Wirkungstests und Freilandstudien wird in der Umweltforschung oft als so genannte „Bewertungs-Triade“ eingesetzt. Eine große Expertise besitzt die Abteilung auch im Bereich der Effekt-dirigierten Analyse von schädlichen Umweltchemikalien: komplexe Umweltproben werden z. B. mit chromatographischen Auftrennungsmethoden in Teilproben aufgetrennt und im Biotest auf ihre schädliche Wirksamkeit hin untersucht. Durch diese Vorgehensweise können – Chemie und Biologie arbeiten hier Hand in Hand – die tatsächlich biologisch wirksamen Substanzklassen identifiziert werden (z. B. im EU Projekt Solutions). Prof. Dr. Hollert leitet im internationalen NORMAN Netzwerk für Referenzlabore die Arbeitsgruppe für Biotests und arbeitet derzeit an der Revision der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie mit. In diesem Kontext werden Biotestbatterien weiterentwickelt und derzeit die Bedeutung der Neurotoxizität und Verhaltensänderungen für die Wasserforschung und Trinkwasserbewertung untersucht.

INSTITUT
FÜR
UMWELT-
FORSCHUNG



RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Institut für Umweltforschung, Biologie V

Prof. Dr. Andreas Schäffer

Institutsleiter

andreas.schaeffer@bio5.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. Dr. Henner Hollert

Institutsleiter

henner.hollert@bio5.rwth-aachen.de

www.bio5.rwth-aachen.de

“EMERGING CONTAMINANTS” IM ABWASSER

Beiträge für einen Einsatz im Pflanzenbau, in der Fischzucht und zur Trinkwassersubstitution – eine Kombination aus chemischen Analysen und Toxizitätsanalysen für die Überprüfung neuer Behandlungsmethoden



*Passive
sampling
für die
chemische
Analytik*

*Bioassays
zur Bestim-
mung der
Toxizität von
Mischungen*



Gemischte Abwässer von Privathaushalten, der Industrie und dem städtischen Regenwasserabfluss enthalten eine komplexe Mischung an organischen Spurenstoffen. Unter diesen Spurenstoffen sind die sogenannten „emerging contaminants“ von besonderem Interesse, da diese nur sehr ineffizient aus den Abwässern entfernt werden können. Diese diverse Gruppe an Mikroschadstoffen besteht aus Pharmazeutika, Bestandteilen aus Kosmetikprodukten und diversen anderen Chemikalien wie Bioziden, sowie Transformationsprodukten eben jene Schadstoffe. Durch ihre Polarität und ihre persistente Natur ist die traditionelle Abwasserbehandlung bestehend aus der Vorklärung und aus aeroben Klärstufen nur bedingt dazu in der Lage, diese Schadstoffe wieder aus dem Abwasser zu entfernen. Dies macht weitere Behandlungsstufen notwendig. Bevor diese jedoch genutzt werden können, ist es erforderlich, dass deren Effizienz in Bezug auf die Reduktion der Mikroschadstoffe und der kombinierten Toxizität der Schadstoffe im Abwasser untersucht wird. Um diese Fragen zu beantworten, ist eine Kombination aus Spurenanalytik, zur Beobachtung der Änderungen in der Konzentration, und unterschiedlichen Bioassays, als Maß für die Mischungstoxizität der Mikroschadstoffe, notwendig.

Innerhalb des vom BMBF geförderten Projektes Awaregio arbeiten die Abteilungen Umweltbiologie und Chemodynamik (UBC) und Ökosystemanalyse (ESA) des Instituts für Umweltforschung sowie dem projekt koordinierenden Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FIW) eng zusammen, um diese

Fragen klären zu können. Die Untersuchungen finden innerhalb einer modularen Pilotanlage zur Abwasserreinigung mit mehreren fortschrittlichen Behandlungsstufen (z.B. Bodenfiltern, UV-Behandlung und Umkehrosmose) statt. Hierbei wird das Verhalten einer Reihe an Mikroschadstoffen mit unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften, über eine aktive und passive Probenahme, über den Verlauf der modularen Kläranlage beobachtet. Die passive Probenentnahme besteht hierbei aus der Ausbringung eines Polymeres an unterschiedlichen Abschnitten der modularen Kläranlage in den Abwasserstrom. Die Mikroschadstoffe reichern sich dabei, bedingt durch Sorptionseffekte, im Polymer an, wobei über die Konzentration im Polymer die zeitlich gewichtete Konzentration im Abwasserstrom ermittelt werden kann. Die Analyse dieser Proben mittels LC-MS/MS und GC-MS erlaubt es, die Effektivität der unterschiedlichen Klärstufen in Bezug auf den Rückhalt von Spurenstoffen zu beurteilen. Zusätzlich werden parallel entnommene Proben für die Toxizitätstestung in unterschiedlichen Bioassays, die eine Vielzahl an Wirkmechanismen abdecken, genutzt. Hierbei liegt der Fokus bei der Integration des Konzeptes der passiven Probenahme mit der Toxizitätstestung, um eine Wiederherstellung der Mischung an Mikroschadstoffen aus dem Abwasser in dem Bioassay zu ermöglichen. Die Ergebnisse liefern daher ein integratives Maß für die kombinierte Toxizität der Schadstoffmischung, vor und nach den unterschiedlichen Verfahren zur Abwasserbehandlung. Aus diesem Grund ist die komplementäre chemische und biologische Analyse in der

Im BMBF finanzierten Forschungsprojekt AWAREGIO (www.awaregio.net) beschäftigen sich Aachener und Leipziger Forschungsinstitute, kleine und mittlere Unternehmen – eingebettet in einer Maßnahme zum Strukturwandel – mit Forschungsfragen zur Wiederverwendung von aufbereitetem Abwasser, abwasserbürtigen Nährstoffen und Energie aus dem Abwasser im Pflanzenbau, in der Fischzucht und zur Trinkwassersubstitution. Schwerpunkt am Institut für Umweltforschung sind Untersuchungen zum Schicksal der abwasserbürtigen Stoffe und deren ökotoxikologischen Effekte.

Lage, ein vollständiges Bild davon zu liefern, ob die unterschiedlichen Verfahren zur Abwasserbehandlung eine effektive Entfernung der „emerging contaminants“ ermöglichen und so verhindern können, dass diese in die aquatische Umwelt gelangen, wo sie zu negativen Auswirkungen auf die Struktur und Funktion der Ökosysteme führen können. Des Weiteren ermöglichen die so gesammelten Daten zu entscheiden, ob das aufbereitete Abwasser in unterschiedlichen Anwendungen, wie Hydro- und Aquakulturen, sowie als Substitut für Trinkwasser, genutzt werden kann.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

INSTITUT
FÜR
UMWELT-
FORSCHUNG



RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Institut für Umweltforschung, Biologie V

**Lehrstuhl für Umweltbiologie und
Chemodynamik (UBC)**

Prof. Dr. Andreas Schäffer

Dr. Kilian Smith

David Kämpfer

**Lehr- und Forschungsgebiet
Ökosystemanalyse (ESA)**

Univ.-Prof. Dr. Henner Hollert

Dr. Thomas-Benjamin Seiler

Dr. Sabrina Schiwy

Karsten Braun

www.bio5.rwth-aachen.de



AVT.CVT – Aachener Verfahrenstechnik – Chemische Verfahrenstechnik

Die Kernkompetenz des Lehrstuhls für Chemische Verfahrenstechnik (CVT) liegt in der Entwicklung und Anwendung von innovativen Membrantechniken, um den aktuellen globalen Herausforderungen im Bereich von Energie, Wasser und Gesundheit zu begegnen. In diesen Forschungsfeldern betreibt die AVT.CVT sowohl Grundlagenforschung als auch praxisorientierte Untersuchungen im Labor- und Pilotmaßstab. Experimentelle Studien werden von Simulationen zum Beispiel auf Prozess- oder Anlagenebene ergänzt.

FLOODTEC – INNOVATIVE TECHNOLOGIEN ZUR WASSERAUFBEREITUNG

Die Forschungsprojekte der AVT.CVT sind in fünf Forschungscluster gegliedert: Sustainable Processes (SusPro), Electrons to Chemicals (e2chem), Interactions at Membrane Interfaces (iMem), Wassergruppe (Water) und Fluidics and Reactor Design (FRD).

Die Aktivitäten der Wassergruppe decken verschiedene Teile des anthropogenen Wasserkreislaufs ab: Trinkwasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung. Dabei steht die Kombination von Membranprozessen mit anderen Aufbereitungsverfahren, wie beispielsweise Adsorption, biologischen, chemischen oder elektrochemischen Prozessen im Fokus der Forschung. In diversen Projekten wird die Erforschung neuer Prozesskonzepte und Materialien mit der Pilotierung in realer Umgebung verbunden. Damit schlägt die AVT.CVT eine Brücke von den Grundlagen zu den Anwendungen. Die Chemische Verfahrenstechnik ist am Projekt Wasser der RWTH Aachen beteiligt (www.water.rwth-aachen.de). Das Projekt-

haus sucht die Wasserforschung an der RWTH Aachen zu vernetzen und zu bündeln. Im interdisziplinären Projekt Floodsearch forscht die AVT.CVT an Aufbereitungstechnologien, die während oder nach Überflutungen eingesetzt werden können (Teilprojekt Floodtec).

Hochwasserereignisse übersteigen häufig die Kapazitäten kommunaler Abwasserbehandlungsanlagen. Sowohl die hydraulischen Leistungsgrenzen als auch die maximalen Abbauleistungen werden durch die stoßartig auftretenden Abwassermengen mehrfach überschritten. Gewässer können dadurch mit Schadstoffen wie z.B. Pestiziden aus der Landwirtschaft stark belastet werden, was die Gewässerqualität beeinträchtigt und die Trinkwasserversorgung gefährdet. Letztere kann beschädigt, zerstört oder unterdimensioniert sein. Im Rahmen des Projektes Floodtec entwickelt die AVT.CVT innovative Technologien zur Wasseraufbereitung, die Advanced Oxidation, Adsorption und Membranfiltration umfassen. Dabei liegt ein Fokus auf dezentralen Systemen, die robust, einfach zu bedienen, wartungsarm und möglichst unabhängig von einer Energie-

versorgung sein müssen. Im Hinblick auf das "Ziel für nachhaltige Entwicklung: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen" müssen diese Forderungen insbesondere in Regionen mit schwacher oder abwesender Infrastruktur erfüllt sein. In diesem Kontext arbeitet die AVT.CVT an einem System, das Ultrafiltration mit Adsorption kombiniert, um Trinkwasser aus kontaminiertem Oberflächenwasser zu gewinnen. Poröse Membranen, die bei der Ultrafiltration eingesetzt werden, entfernen effektiv gesundheitsgefährdende Mikroorganismen und Trübstoffe. Gelöste (Mikro-)Schadstoffe können an Aktivkohle adsorbiert werden. Zur Reinigung der Membran kommt die alternative Methode „Temperature Enhanced Backwash“ zum Einsatz. Zusätzlich kann der Adsorber potenziell lokal regeneriert werden. Auf diese Weise soll die Lebensdauer des Systems verlängert werden. Außerdem soll die Nutzung vereinfacht werden und an die Gepflogenheiten der lokalen Bevölkerung anpassen sein. Dafür wurde ein Prototyp entworfen, konstruiert und gefertigt. Der Prototyp soll nun im Rahmen von Floodtec zur Aufbereitung verschiedener Wässer eingesetzt werden.



Aachener Verfahrenstechnik (AVT) – Chemische Verfahrenstechnik (CVT)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling
Lehrstuhlinhaber
secretary.cvt@avt.rwth-aachen.de

www.avt.rwth-aachen.de

SYNERGIEN NUTZEN, UMWELT BEWAHREN, SCHÄDEN VERMEIDEN

Ökonomische Betrachtung von Wasserverschmutzung und -aufbereitung

Hochwasserereignisse haben neben sozialen und ökologischen Auswirkungen auch immer eine ökonomische Komponente. Somit ist es essentiell, eine ökonomische Bewertung ökotoxikologischer Flutschäden durchzuführen. Die Folgekosten eines Hochwassers können dabei grob in Schadenskosten für öko- und humantoxische Schäden, Beseitigungskosten, z. B. für das Entfernen freigesetzter Schadstoffe, sowie Vermeidungskosten für Präventivmaßnahmen unterteilt werden. Im Rahmen des Projekthauses Wasser konzentriert sich der Lehrstuhl für Controlling der RWTH Aachen in erster Linie auf die Ermittlung der Schadenskosten: Dazu werden die in den anderen Teilprojekten des Projekthauses Wasser erhobenen Ausbreitungsmodelle und deren ökologische Bewertung herangezogen. Anhand von Beispielszenarien erfolgt dann eine ökonomische Bewertung der Schadstoffausbreitung, aus der sich zugleich ein wirtschaftlich sinnvoller Rahmen für Maßnahmen zur Schadensbeseitigung und Schadensvermeidung ableiten lässt.

Aus ökonomischer Sicht können insbesondere Abwässer als eine Rohstoffquelle betrachtet werden, deren Nutzung gegenüber konventionellen Förderverfahren häufig ökologisch vorteilhafter ist. Oftmals ist die dazu notwendige, innovative Technologie zunächst teurer als konventionelle Verfahren, so dass deren Etablierung nur sehr langsam erfolgt. Da für die Gesellschaft nicht die einzelnen Betriebskosten eines Verfahrens, sondern die Gesamtkosten,

inklusive der Schadenskosten an Mensch und Umwelt, relevant sind, muss eine ganzheitliche Betrachtung erfolgen. Ausgehend davon analysiert der Lehrstuhl für Controlling hierfür Kostentreiber und -strukturen innovativer Recyclingtechnologien, um mögliche Lern- und Spillover-Effekte und eine damit verbundene Kostendegression zu untersuchen. Auf der anderen Seite werden Schadenskosten konventioneller Verfahren ermittelt, die häufig als so genannte externe Effekte den verursachenden Akteuren nicht zugerechnet werden können und deren Auswirkungen oftmals von der Allgemeinheit zu tragen sind. Die Schadenskosten können dann als Umweltvorteile innovativer Verfahren gesehen werden.

Der Lehrstuhl für Controlling hat bereits in der Vergangenheit Methoden entwickelt und validiert, um sowohl ganzheitlich Kostenstrukturen zu ermitteln, als auch um spezifische, daraus entstehende Entscheidungsanreize zu detektieren. Im Rahmen des eMERGE-Projektes wurden die Total Cost of Ownership (TCO) für Besitzer von Elektrofahrzeugen ermittelt und aufgezeigt, dass diese in vielen Fällen über einen gesamten kundenbezogenen Lebenszyklus günstiger sind als Kosten für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Dieses Konzept lässt sich auf innovative Wasser-Recyclingtechnologien und deren Kosten übertragen. Dies ermöglicht Interessenten, beispielsweise kommunalen Wasserbetrieben, eine transparente Planung. Im Fortschrittskolleg ACCESS! werden so genannte Social Costs von Mobilitätsdienstleistungen analy-

Lehrstuhl für Controlling

Der Lehrstuhl für Controlling der RWTH Aachen unter der Leitung von Prof. Dr. Peter Letmathe ist in den Bereichen des Wertschöpfungscontrollings, des Geschäftsmodell- und Innovationscontrollings und der verhaltenswissenschaftlichen (experimentellen) Controllingansätze tätig und ist Gründungsmitglied des Projekthauses Wasser.

Im Fokus steht die interdisziplinäre Forschung an gesellschaftlich relevanten Zukunftsthemen, u. a. der nachhaltigen Kreislaufwirtschaft, Mobilität, Energieversorgung und der digitalen Transformation.



Ökonomisch und ökologisch nachhaltig:
Abwässer als Rohstoffquelle

Foto: © Larisa-K. Pixabay.com

Foto: © FW

siert. Sie enthalten insbesondere auch oftmals nicht erfasste Kosten, z. B. Gesundheitskosten aufgrund vermehrter Krankheitsfälle durch Feinstaub. Entsprechend lassen sich Kosten der Bioakkumulation von Schadstoffen berücksichtigen, deren Vermeidung durch den Gesetzgeber entsprechend reguliert werden kann. Dadurch kann der Umweltvorteil neuer Technologien, wie das Recycling von Wertstoffen aus Abwässern, berücksichtigt und von Unternehmen entsprechend umgesetzt werden.



Lehrstuhl für Controlling der RWTH Aachen

Univ.-Prof. Dr. Peter Letmathe
Lehrstuhlinhaber

letmathe@controlling.rwth-aachen.de

Ilja Rabinovitch, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

rabinovitch@controlling.rwth-aachen.de

www.controlling.rwth-aachen.de

PROJEKTHAUS WASSER – INTERDISZIPLINÄRE WASSERFORSCHUNG AN DER RWTH AACHEN

Das Projekthaus Wasser wurde im Rahmen des Zukunftskonzeptes II der RWTH Aachen University gegründet und führt in einem interdisziplinären Ansatz Forschungsaktivitäten zum Thema Wasser fakultätsübergreifend zusammen. Das Projekthaus ist dabei in ein Netzwerk aus technischen, naturwissenschaftlichen, ökonomischen und soziologischen Fachbereichen integriert und ermöglicht damit eine holistische Betrachtung von Fragestellungen im Themenkomplex Wasser-Mensch-Umwelt; der Fokus liegt aktuell im Bereich der Hochwasserforschung.



Wasser ist eine unverzichtbare Grundlage für jedes Leben und damit eine der bedeutendsten Ressourcen unserer Zeit – und unserer Zukunft. Vor dem Hintergrund stetig wachsender Bevölkerungszahlen ist es von entscheidender Wichtigkeit, den Zugang zu sauberem Trinkwasser nachhaltig zu sichern. Aber auch klimatische Veränderungen und das damit verbundene, vermehrte Auftreten von extremen Umweltereignissen – wie etwa Dürreperioden oder Hochwasser – bedürfen einer kritischen Betrachtung. Nur so lassen sich Strategien ableiten und Technologien entwickeln, mit denen sich das Gut Wasser, aber auch der Mensch und seine Umwelt, langfristig schützen lässt.

Wie wichtig eine ganzheitliche Betrachtung ist, zeigen verheerende Überschwemmungsereignisse, wie zuletzt Ende August 2017, als der Tropensturm „Harvey“ im Süden der USA fast 90 Menschen das Leben kostete und Schäden in dreistelliger Milliardenhöhe verursachte. Andauernder Starkregen ließ Flüsse über die Ufer treten und ganze Landstriche überfluten; Stauseen konnten die plötzliche Wasserlast nicht kompensieren. Die vernichtende Kraft derartiger Wassermassen wird spätestens mit dem Abflauen des Wassers sichtbar: Häuser sind zerstört, oder zumindest stark beschädigt, persönlicher Besitz teils für immer verloren. Hinzu kommen Gefahren, die auf den ersten Blick nicht offensichtlich erkennbar sind: Große Flächen stehender Gewässer, verunreinigt

mit Abwässern, stellen ein gesundheitliches Risiko dar. Chemikalien aus havarierten Industrieanlagen bergen ebenfalls eine Gefahr für Mensch und Umwelt; die genauen Folgen sind hier noch nicht abzusehen. Hinzu kommen Schadstoffe, die bis zur Überflutung im Boden gebunden waren und nun gelöst mit dem Wasser weiter verbreitet werden.

All diese Faktoren können zunächst noch unerkannt bleiben, können aber über viele Jahrzehnte nachwirken. Aufgrund des Klimawandels ist davon auszugehen, dass Umweltereignisse dieser Art in der Zukunft noch vermehrt auftreten werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Ursachen und Folgen von Hochwasserereignissen nicht isoliert, sondern als ein Netzwerk von Faktoren zu betrachten.



Die Jahrhunderthochwasser an Elbe und Donau im Jahr 2013 haben ihrerseits dazu geführt, dass auch in Deutschland das Thema Hochwasserschutz deutlich in das öffentliche Bewusstsein gerückt ist. Um das Phänomen Hochwasser ganzheitlich zu verstehen, ist dabei sowohl Grundlagen- als auch angewandte Forschung notwendig. An dieser Stelle setzt das Projekthaus Wasser der RWTH Aachen an, indem es Forschungsaktivitäten zur Bewertung von Hochwasserfolgen an insgesamt sechs ansässigen Instituten zusammenführt. Zu den Mitgliedern dieses Forschungsverbundes zählen:

- **AVT.CVT – Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik**
(Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling)
- **CON – Lehrstuhl für Controlling**
(Univ.-Prof. Dr. rer. pol. Peter Letmathe)
- **ESA – Institut für Umweltforschung**
(Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Henner Hollert)
- **IFS – Lehrstuhl für Technik- und Organisationssoziologie**
(Univ.-Prof. Dr. phil. Roger Häußling)
- **IWW – Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft**
(Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf)
- **PGG – Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie**
(Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Frank Lehmkuhl)

Jedes der Institute ist mit einer fachbezogenen Fragestellung am Projekt beteiligt. Untersucht wird unter anderem, wie im Boden gebundene Umweltgifte nach einem Hochwasserereignis in Lösung gehen und über welche Mechanismen eine Ausbreitung der Stoffe verläuft. Neben rechnergestützten Simulationen finden auch Modellversuche mit Sedimentproben aus Überschwemmungsgebieten statt, um möglichst praxisnahe Versuchsbedingungen zu generieren. Um die Ausbreitung von Schadstoffen ganzheitlich betrachten zu können, ist es außerdem wichtig, sowohl historische als auch aktuelle Bodenbeschaffenheiten von natürlichen Überschwemmungsgebieten, wie etwa Auenlandschaften, zu kennen: Diese Bereiche fungieren bei einem Hochwasser als eine natürliche Pufferzone, indem Sie die Wassermassen aufnehmen und langsam wieder abgeben. Eine Analyse dieser Gebiete ist ebenfalls Gegenstand des Forschungsprojektes.

Untersucht wird im Projekthaus auch, welche Auswirkung das Ausschwemmen von Bodenkontaminationen auf Wasserorganismen – und in Folge dessen auch auf den Menschen – hat. Im Fokus stehen hormon-aktive Substanzen, die vornehmlich durch Medikamentenrückstände im Abwasser in die Umwelt gelangen. Zusätzlich stellt sich dadurch die Frage, welche Möglichkeiten es zur Sicherungen der Wasserqualität im Extremfall gibt. Gerade in Gebieten mit schwacher Infrastruktur ist es wichtig, den täglichen Bedarf an Trinkwasser jederzeit sichern zu können. In diesem Zusammenhang werden im Projekthaus Methoden entwickelt, mit denen sich eine Wasseraufbereitung auch unter einfachsten Verhältnissen erzielen lässt.

Auch gesellschaftsrelevante Aspekte eines Hochwassers werden im Forschungsvorhaben erfasst: Hierbei werden Kommunikationsmöglichkeiten im Falle einer Hochwasserkatastrophe untersucht – speziell auch mit Blick auf den Einsatz sozialer Medien – um strategisch wichtige Kommunikationspartner zu identifizieren und vorhandene Kommunikationsstrukturen zu optimieren. Vor dem Hintergrund einer holistischen Betrachtung von Flutkatastrophen werden auch ökonomische Faktoren mit einbezogen: Auf den ersten Blick offensichtlich sind hierbei Kosten, die bei der Beseitigung entstandener Schäden anfallen; demgegenüber stehen Ausgaben für Schutz- und Sicherungsmaßnahmen im Vorfeld eines Hochwasserfalls. Diese Kosten gilt es zu identifizieren und in einen wirtschaftlichen Bezug zu setzen.

Die einzelnen Forschungsvorhaben sind untereinander stark vernetzt und zielen darauf ab, die integrierte Hochwasserbewertung als Kompetenzfeld der RWTH Aachen zu stärken. In den kommenden Jahren soll das Projektportfolio kontinuierlich um weitere Vorhaben rund um das Thema Wasser erweitert werden; auch soll das Netzwerk der Projekthausmitglieder weiter ausgebaut werden. Unterstützt wird dieses Vorhaben durch Veranstaltungen, die Interessierte und Aktive aus der Wasserforschung zusammenführt und Schnittstellen zu angrenzenden Disziplinen aufzeigt. So bot der Workshop „Wasserforschung an der RWTH Aachen“ im vergangenen Sommer erstmals die Gelegenheit, sich über die wasserbezogenen Forschungsbereiche anderer Institute zu informieren und neue Kontakte zu knüpfen. Das Projekthaus bietet darüber hinaus Unterstützung bei der Akquise und Beantragung entsprechender Projekte und ermöglicht durch die Vernetzung mit technischen, naturwissenschaftlichen, ökonomischen und soziologischen Fachbereichen die Durchführung vielfältigster Forschungsvorhaben im Spannungsfeld Wasser-Mensch-Umwelt.



Projekthaus Wasser

Dr. Elisa Classen
Leitung der Geschäftsstelle
classen@iww.rwth-aachen.de
www.water.rwth-aachen.de

TEXTILE HOCHLEISTUNGS- WERKSTOFFE FÜR DEN WASSERBAU

Textilien spielen in der Bauindustrie und im Besonderen im Wasserbau aufgrund ihrer in weiten Grenzen einstellbaren Eigenschaften eine große Rolle. Durch gezielte Wahl der Textilstruktur lassen sich Eigenschaften von flexibel bis fest, von durchlässig bis dicht, von dauerhaft bis abbaubar und vielem mehr verändern. Daher werden verschiedenste Textilien für die verschiedensten Aufgaben eingesetzt. Im Wasserbau sind die wichtigsten Aufgaben für Geotextilien die Filtration, die Bewehrung und der Erosionsschutz.

Filtration bezeichnet die Hemmung von Boden- oder anderen Partikeln, die hydrodynamischen Kräften ausgesetzt sind, bei gleichzeitiger Durchlässigkeit für Fluide. Zur Filtration werden hauptsächlich Vliese, also wirr angeordnete, miteinander verbundene Fasern eingesetzt. Vliese zeichnen sich für diese Aufgabe durch eine sehr gut einstellbare Porosität aus. Bewehrung bezeichnet den Einsatz von Geotextilien, um die mechanischen Eigenschaften von Böden zu verbessern. Zu diesem Zweck werden häufig Gelege eingesetzt, die sich durch ihre hohe Zugfestigkeit auszeichnen. Im Erosionsschutz werden Böschungen, Dämme oder andere Aufschüttungen vor Erosion durch Wind und Wasser

geschützt. Dazu werden verschiedene Textilien eingesetzt, hauptsächlich Gewebe und Gelege, die sich durch ihre hohe Zugfestigkeit bei gleichzeitiger Offenporigkeit auszeichnen. Im Bild ist eine Kombination aus Gelege und Vlies dargestellt.

Für die Zukunft der Geotextilien im Wasserbau sind zwei Themen besonders relevant. Zum einen eine Verbesserung der Nachhaltigkeit durch den Einsatz von neuen, nachwachsenden und biodegradierbaren Materialien wie Basalt oder Polylactide. Insbesondere im Erosionsschutz bietet sich der Einsatz von biodegradierbaren Textilien an. Zunächst wird der Erosionsschutz vom Textil übernommen, während auf der abgestützten Fläche Pflanzen angepflanzt werden. Diese übernehmen den Erosionsschutz durch ihr Wurzelwerk, und das Textil wird abgebaut. Das andere Zukunftsthema ist eine zunehmende Funktionsintegration auf textiler Ebene, entweder durch Integration von Sensorik und Aktorik, oder durch die Kombination mehrerer Aufgaben in einer textilen Lösung. Hier ist im Wasserbau insbesondere die Integration von faserbasierten Sensoren zur Messung von Bewegungen oder Feuchte im Geotextil relevant, um eine flächige Überwachung der Bauwerke in situ zu ermöglichen.

Geoverbundwerkstoff bestehend aus einem Carbongelege und einem Polymervlies



ITA – Institut für Textiltechnik

Das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University bearbeitet aktuelle Fragestellungen zu den Leitthemen **Mobilität, Bauen und Wohnen, Energie und Umwelt, Information und Kommunikation, sowie der Gesundheit. Dabei wird der gesamte Entwicklungsprozess vom Rohstoff bis zur textilen Anwendung erforscht. Die Mission des ITA lautet: „Mit strukturierten Methoden und Kreativität entwickeln wir Menschen an relevanten Innovationsthemen“.**

Um diese Anforderungen an Geotextilien zu erfüllen, werden am ITA neue textile Materialien entwickelt. So wurde am ITA beispielsweise der Werkstoff Textilbeton im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 532 in Zusammenarbeit mit zahlreichen anderen Instituten maßgeblich mitentwickelt. Die Erfolgsgeschichte Textilbeton wurde 2016 mit dem deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet. Zusätzlich zur Materialentwicklung wird auch die Wirtschaftlichkeit der textilen Produktionsprozesse eingehend untersucht und optimiert. Dabei ist ein wichtiges Thema die Industrie 4.0, die eine weitere Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette durch Verbesserung der Kommunikation zwischen den einzelnen Produktionsschritten ermöglicht.

Entscheidend für den Erfolg von neuen, geotextilen Lösungen ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die große Vielfalt an Instituten und die wissenschaftliche Exzellenz der RWTH Aachen sind ein enormer Standortvorteil und bieten großes Potential für die Entwicklung führender Technologien.



**Institut für Textiltechnik (ITA)
der RWTH Aachen University**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.

Thomas Gries
Institutsdirektor

Dr.-Ing. Andreas Koch
Abteilungsleiter

Martin Scheurer, B.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
martin.scheurer@ita.rwth-aachen.de
www.ita.rwth-aachen.de

HOCHWASSER- RISIKOMANAGEMENT: LERNEN DURCH SPIELEN

LFI – Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie

Das Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie engagiert sich neben den Themen Wasserwirtschaft und Hydrologie, seit über 15 Jahren im Bereich eLearning und ist damit einer der Vorreiter des digitalen Lernens an der RWTH Aachen University. Im Jahr 2012 wurde mit dem Hochwasserrisikomanagementlernspiel SeCom2.0 das erste Serious Game am Institut entwickelt und seitdem erfolgreich in die Lehre integriert.

Verhindern Sie die Überschwemmung von Köln im Spiel SeCom2.0

Seit der Kindheit erkunden wir die Welt spielerisch und lernen dadurch – mit Erfolg. Warum aber wird der Einsatz von Spielen in der Aus- und Weiterbildung nicht konsequent weiterverfolgt? Sogenannte Serious Games sind Spiele, die primär der Wissensvermittlung und sekundär der Unterhaltung dienen. Serious Games werden bereits seit vielen Jahren in der Industrie eingesetzt, um beispielsweise Mitarbeiter durch Rollenspiele in konkrete Situationen zu versetzen und dadurch praktisch zu trainieren.

Das Hauptziel von Serious Games ist die Vermittlung von Wissen durch Spielen und Spaß. Speziell für ein Themengebiet entwickelte Serious Games sind daher optimal geeignet, um veraltete Bildungsstrukturen mit reinem Frontalunterricht und Auswendiglernen zu ergänzen und aufzuwerten, jedoch diese nicht komplett abzuschaffen. Es ist allgemein anerkannt, dass Serious Games in der Lehre effektiv eingesetzt werden können. Dabei soll aber nicht unerwähnt bleiben, dass diese immer nur so gut sein können, wie sie von den Lernenden akzeptiert werden und dadurch einen Mehrwert darstellen. Diese Spiele müssen intrinsisch motivieren um diejenigen, die dieses Medium als ihr Lernmedium entdeckt haben, perfekt zu unterstützen. Wenn dies

der Fall ist, können sich Lernende in einer abgegrenzten (digitalen) Umgebung Wissen (auch zusammen mit Gleichgesinnten in der ganzen Welt) aneignen. Sie können dieses Wissen durch Experimente verfestigen und sogar neues Wissen erschaffen. Schäden können durch diese Experimente nicht entstehen: Ganze Städte können überflutet werden, ohne eine Auswirkung auf die reale Welt zu haben.

Obwohl Hochwasserrisikomanagement eine nicht ganz neue Disziplin ist, so müssen die Inhalte im Rahmen der Aus- und Weiterbildung oder des lebenslangen Lernens kontinuierlich vermittelt werden. Das EU-geförderte Projekt SeCom2.0 versucht, diese Lücken durch ein in eine Lernplattform integriertes Serious Game zu schließen. In der Aus- und Weiterbildung richtig eingesetzt, kann SeCom2.0 24 Stunden am Tag formales, nicht-formelles und besonders informelles Lernen sowie Peer Learning und problemorientiertes Lernen anbieten und unterstützen. Studierende können sich mit Fachleuten austauschen und so gegenseitig voneinander lernen.

Die Lernenden werden in eine Hochwassersituation hineinversetzt, die sie mit entsprechenden Ressourcen bestmöglich bewältigen müssen. Das Spiel wurde basierend auf realen Daten der Stadt Köln und historischen Hoch-

wasserszenarien entwickelt. Es fordert vom Spieler eine zielorientierte Ressourcenverwaltung sowie einen koordinierten Ablauf der Bekämpfung der Hochwassersituation. Im Multiplayermodus lösen mehrere Spieler gemeinsam eine Hochwassersituation. Hier kommt es dann auf die koordinierte Zusammenarbeit an.

An der RWTH Aachen University wird SeCom2.0 seit einigen Jahren erfolgreich in der Vorlesung Hochwasserrisikomanagement integriert. Umfragen unter den Studierenden zeigten, dass Serious Games eine wertvolle Anreicherung des Unterrichts darstellen können und die Studierenden es begrüßen würden, wenn weitere Veranstaltungen durch Serious Games ergänzt würden.



Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heribert Nacken
Lehrgebietsleiter

Dr. rer. nat. Roman Breuer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
lf@lf.rwth-aachen.de

www.secom20.eu
www.lfi.rwth-aachen.de

Traditionelle Fischerboote
in der Bucht von
Jakarta, Indonesien.

SCHADSTOFFBELASTUNG VON FISCHEREI-RESSOURCEN IM KÜSTENÖKOLOGISCHEN SYSTEM IN JAKARTA, INDONESIA

Indonesien ist mit über 1750 Inseln und über 250 Millionen Einwohnern der weltweit größte Inselstaat. Über 130 Millionen Indonesier leben innerhalb von 50 km Entfernung von der Küste. Für Indonesien bilden marine Ressourcen daher eine wichtige Nahrungs- und Einkommensquelle. Die menschliche Nutzung mariner Ressourcen bei einer gleichzeitig zunehmenden Schadstoffbelastung der marinen Umwelt bildet dabei ein besonderes Spannungsfeld. Ein starker Nutzungskonflikt betrifft zum Beispiel die Bucht von Jakarta, die industrielle und kommunale Abwässer aus der Megalopole Jakarta aufnimmt, mit etwa 25 Millionen Einwohnern einer der größten urbanen Ballungsräume der Welt. Die Bucht von Jakarta ist gleichzeitig für den regionalen Fischfang und für die Nahrungsversorgung der lokalen Bevölkerung von großer Bedeutung. Dabei können aus dem Ballungsraum Jakarta emittierte organische Schadstoffe nach Anreicherung in Sediment, Wasser, benthischen Organismen und Fischen zu einem relevanten Risiko für die menschliche Gesundheit werden.

Perna viridis, eine Muschelart, die in der Bucht von Jakarta in Aquakulturanlagen gezüchtet wird.



Die RWTH Aachen hat daher im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projekts gemeinsam mit indonesischen Wissenschaftlern den Verschmutzungszustand der Bucht von Jakarta erfasst und dabei die Auswirkungen auf die marinen Nahrungsmittele Ressourcen aufgezeigt. Dazu wurden die Umweltpfade wichtiger organischer Schadstoffe von den Emissionsquellen über die Anreicherung in marinen Organismen bis hin zum menschlichen Verzehr quantitativ verfolgt. Die angewendete Methode des sogenannten „Non-target Screenings“ erlaubt dabei, ein großes Spektrum unterschiedlicher organischer Schadstoffe in Wasser, Sedimenten und Tiergeweben nachzuweisen.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen zeigten, dass die Flüsse, die in die Bucht von Jakarta münden, eine der Hauptquellen der Verschmutzung für das Küstenökosystem darstellen. Die Wasserqualität der Flüsse im Stadtzentrum Jakartas wird durch die Einleitung großer Mengen ungeklärter Abwässer aus den Haushalten stark beeinträchtigt. Diese Abwässer enthalten vor allem Rückstände von Waschmitteln, Medikamenten und Körperpflegeprodukten. Anhand der Verteilung des Insektenabwehrmittels Diethyltoluamid in den Küstengewässern lässt sich exemplarisch zeigen, dass die gesamte Bucht von Jakarta durch diese Abwassereinträge verschmutzt wird. Zusätzlich tragen ungeklärte Abwässer aus dem größten Industriegebiet Indonesiens, das sich im Südosten der Stadt Jakarta befindet, zur Kontamination der Bucht bei.

EMR – Lehrinheit Geowissenschaften Energie- & mineralische Ressourcen Gruppe

Am Lehrstuhl für Geologie, Geochemie und Lagerstätten des Erdöls und der Kohle (LEK) der RWTH Aachen bilden die Exploration und Gewinnung von fossilen und unkonventionellen Energieträgern einen Forschungsschwerpunkt. Daneben untersuchen wir in unserem Labor für organisch-geochemische Analytik organische Schadstoffe in der Umwelt, vor allem in aquatischen Systemen und in Böden.

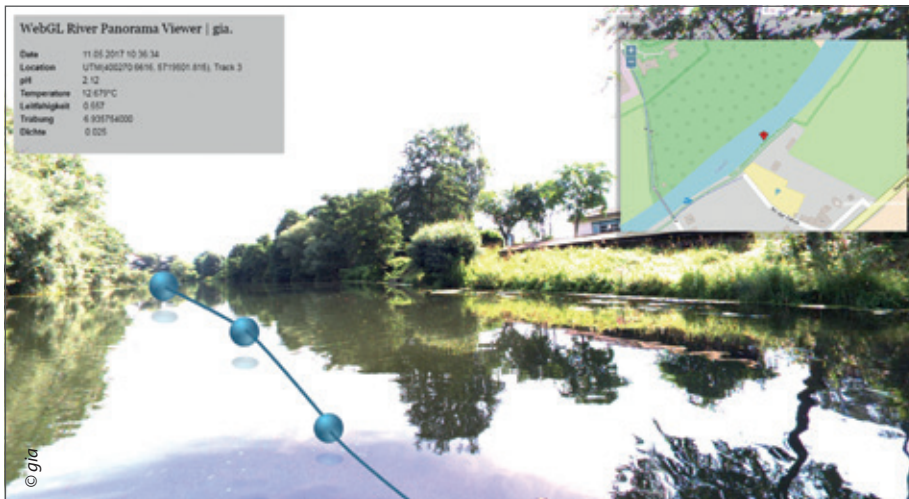
Die Untersuchung von Muscheln aus den Aquakulturbetrieben und von mehreren Fischarten aus der Bucht ergab, dass die lokalen Fischerei-Ressourcen stark mit linearen Alkylbenzolen (LABs), das heißt Waschmittelrückständen, belastet waren. Dabei wurde in Muscheln und Fischen aus der Bucht mit maximal 330 µg pro Gramm Trockengewicht die höchste Belastung festgestellt, die bisher in asiatischen Küstengebieten gemessen wurde. Zusätzlich konnten verschiedene organische Stoffe, die eigentlich zur Papierherstellung benutzt werden, in den Tiergeweben nachgewiesen werden. Die Papierindustrie in Jakarta trägt also ebenfalls zur Schadstoffbelastung der marinen Ressourcen bei. Die Ergebnisse des Projektes wurden genutzt, um Empfehlungen zu entwickeln, auf deren Grundlage Maßnahmen umgesetzt werden können, die zu einer Verbesserung der Wasserqualität im Untersuchungsgebiet und damit auch zu einem Rückgang der Schadstoffbelastung der Fischerei-Ressourcen führen sollen.

EMR | RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Lehrinheit Geowissenschaften
Energie- & mineralische Ressourcen Gruppe
Labor für organisch-geochemische Analytik

Prof. Dr. Jan Schwarzbauer
Lehrstuhl für Erdöl und Kohle
jan.schwarzbauer@emr.rwth-aachen.de
www.emr.rwth-aachen.de

RAUM-ZEITLICHE GEO- INFORMATION FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT 4.0



Visualisierung der in der RiverView®-Datenbank gespeicherten Bild- und Gewässerdaten sowie der Positionsmarker im interaktiven 3D-Viewer

Geoinformation ist für die Beantwortung zahlreicher Fragestellungen in der Wasserwirtschaft unerlässlich, wobei die Zahl der Anwendungsmöglichkeiten mit der räumlichen Auflösung und Aktualität der Daten skaliert. Die Entwicklungen in der Sensor- und Informationstechnik machen es heute möglich, räumlich wie auch zeitlich referenzierte, hochaufgelöste Umweltdaten zu erfassen und damit die Datengrundlage für wasserwirtschaftliche Fragestellungen signifikant zu verbessern.

Ein aktuelles Beispiel dafür stellt das im Rahmen der BMBF-Maßnahme ReWaM geförderte Verbundprojekt RiverView® dar. Mit RiverView® sollen die Voraussetzungen für ein regelmäßiges, ganzheitliches Monitoring von überwiegend kleinen und mittleren Fließgewässern geschaffen werden. Als Projektpartner haben sich in RiverView® das koordinierende Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW), das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW) und das Geodätische Institut (gia) der RWTH Aachen University mit den Wirtschaftspartnern EvoLogics GmbH, SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG, GEO-DV und DBM – Dr. Buckup e.K. sowie den Praxispartnern Wasserverband Eifel-Rur (WVER) und Emschergenossenschaft und Lippeverband (EGLV) zusammengeschlossen.

Im Zentrum von RiverView® steht ein unbemannter Messkatamaran für die ferngesteuerte oder autonome Befahrung von Gewässern.

Das Trägerboot ist bestückt mit Messsensoren für die qualitative Erfassung von chemisch-physikalischen Gewässerparametern und mit einer Sonareinheit für Unterwasseraufnahmen. Neben dem Aufbau einer Überwasser-Mapping-Plattform übernimmt das gia im Projekt die Aufgabe des Geodatenmanagements. Zusammen mit der Positionierungssensorik (GNSS, IMU) bildet ein omnidirektionales Mehrkammersystem das Herzstück der Überwasser-Mapping-Plattform. Während einer Messfahrt werden damit in dichter Folge 360°-Bildsätze der Gewässer- und Uferkulisse aufgezeichnet, die nach Aufbereitung als Panoramen neben den übrigen Gewässerdaten in einem Geodatenbanksystem räumlich und zeitlich referenziert persistiert werden.

Die gewonnenen Bildpanoramen bilden den räumlichen Orientierungsrahmen für spätere Gewässerinspektionen, sozusagen vom Schreibtisch aus. Ähnlich wie bei bekannten Online-Diensten (z. B. Google Street View) ermöglicht der browserbasierte und speziell für RiverView entwickelte Panorama-Viewer (Foto) einen 360°-Rundumblick auf die Gewässerumgebung von ausgesuchten Standorten aus. Die während einer Befahrung erfassten Bilddaten sind mit den zeitlichen und räumlichen Referenzierungsdaten in der RiverView-Datenbank hinterlegt und werden mit Hilfe standardisierter Web-Dienste abgefragt. Durch Anwählen eines Positionsmarkers in der Kartendarstellung des Viewers wird das entsprechende Panoramabild zur Anzeige

gia – Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme

Das gia befasst sich neben ingenieur-geodätischen Fragestellungen mit Themen aus der Bau- und Geoinformatik, wie der automatischen Positionsbestimmung im Innen- und Außenbereich, die Objektrekonstruktion aus Bild- und Laserscanningdaten, digitale 3D-Landschaftsmodelle und Building Information Modeling (BIM), Augmented-Reality, drahtlose Geo-Sensornetze und verteilte Geoinformationssysteme sowie die Bereitstellung von Liegenschaftsdaten in amtlichen Fachinformationssystemen.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

gebracht. Die jeweils benachbarten Panoramen erscheinen lagerichtig als weitere Positionsmarker im Bild, so dass das „Weiter-springen“ intuitiv möglich ist. In jedem Panorama besteht zusätzlich die Option, die mit der RiverView®-Sensorik erfassten Gewässerdaten, z. B. Wassertemperatur, pH-Wert, CO₂-Gehalt usw. abzufragen und visuell sowie textlich darzustellen.

Die Verbindung von leistungsfähiger Sensorik und moderner Geoinformationstechnologie ermöglicht auf diese Weise nicht nur die Schaffung einer verbesserten Datengrundlage sondern auch den Aufbau von erweiterten und intuitiv bedienbaren Informationssystemen für die Wasserwirtschaft 4.0.



Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach
Institutsleiter
Dr.-Ing. Raimund Schwermann
Oberingenieur
Nicole Hein, M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
info@gia.rwth-aachen.de
www.gia.rwth-aachen.de

UMWELT- VERTRÄGLICHKEIT BEIM BAUEN IM GRUNDWASSER

IBAC – Institut für Bauforschung

Nach langjähriger Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Umweltverträglichkeit von Baustoffen wurde 2014 am IBAC eine Juniorprofessur eingerichtet, um dieses Forschungsgebiet zu stärken und nach außen sichtbar zu machen. Neben den traditionellen Konstruktionsbaustoffen, wie z. B. Beton, werden auch Abdichtungsmaterialien, Injektionsstoffe und Bodenbehandlungen betrachtet und die Einbindung von Schwermetallen in unterschiedlichen Baustoffmatrizes erforscht. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der Baustoffe berücksichtigt.

Die Auslaugung zementgebundener Baustoffe kann zum Eintrag von Spurenelementen und Schwermetallen in Boden und Grundwasser beitragen. Daher hat es sich das Institut für Baustoffforschung (ibac) der RWTH Aachen University zur Aufgabe gemacht, Einflussgrößen die auf die Freisetzung von umweltrelevanten Parametern einwirken, zu erforschen. Die Arbeiten bauen auf ein bestehendes Bewertungskonzept zum Einsatz von Beton im Grundwasser auf. Dabei steht neben dem Schutz von Boden und Grundwasser auch eine praxistauglich und realitätsnahe Bewertung der Baustoffe im Vordergrund, um so einen ökologischen und nachhaltigen Einsatz von Baumaterialien zu sichern.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden verschiedene Einflussgrößen untersucht. Dazu wurden die Freisetzungen von Spurenelementen und Schwermetallen aus fünf verschiedenen Betonen, die mit neun unterschiedlich beschaffenen Wassern ausgelaugt wurden, quantifiziert und untereinander verglichen. Durchführung und Auswertung erfolgte gemäß der europäisch harmonisierten „horizontalen dynamischen Oberflächenauslaugprüfung“ nach DIN CEN/TS 16637-2. Zusätzlich wurden der Einfluss von Temperatur und Alterung des Betons durch Carbonatisierung

untersucht. Abgerundet wurden die Untersuchungen durch Auslaugversuche von Beton in wassergesättigten Böden.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten konnte ein starker Einfluss der Wasserbeschaffenheit aufgezeigt werden. Normgerecht durchgeführte Auslaugversuche mit deionisiertem Wasser führen im Vergleich zu Auslaugversuchen in realen Grundwassern zu einer stark erhöhten Freisetzung umweltrelevanter Parameter. Der Unterschied ist im Wesentlichen durch zwei Einflussparameter zu begründen: den Hydrogencarbonatgehalt und die Wasserhärte des Grundwassers. Beide Eigenschaften beeinflussen im Zusammenspiel die Stabilisierung des pH-Wertes im Auslaugmittel sowie die Bildung einer Calciumcarbonatschicht auf der Betonoberfläche. Dadurch wird die Porosität der Betonoberfläche verringert und Transportprozesse werden stark verlangsamt.

Ein Herabsetzen der Versuchstemperatur von 20°C auf 10°C wirkte sich elementspezifisch unterschiedlich stark auf die Freisetzung aus, da die Löslichkeit vieler Verbindungen temperaturabhängig ist. Grundsätzlich verringert sich jedoch die Freisetzung bei sinkender Temperatur, da der Diffusionskoeffizient sinkt. Der Einfluss der Temperatur ist allerdings im Vergleich zu den anderen Einflussfaktoren als gering einzustufen.

Carbonatisierte Proben weisen eine erhöhte Freisetzung bei Elementen auf, die Oxyanionen bilden (z. B. Chromat). In der Literatur wird beschrieben, dass solche Oxyanionen in Ettringit eingebunden werden. Infolge der Carbonatisierung zersetzt sich Ettringit jedoch, und die eingebundenen Oxyanionen werden mobiler.

Die Auslaugversuche in wassergesättigten Böden haben gezeigt, dass die Bodenbeschaffenheit die Freisetzung beeinflusst. Neben der Sorption spielt auch hier die pH-Pufferkapazität des Bodens eine wesentliche Rolle für die Auslaugung von Beton.

Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Basis für die Optimierung bestehender Bewertungskonzepte für die Umweltverträglichkeit von Baustoffen.



**Institut für Bauforschung der
RWTH Aachen University**

Prof. Dr.-Ing. Anya Vollpracht
Institutsleiterin
vollpracht@ibac.rwth-aachen.de
www.ibac-ce.rwth-aachen.de

ANGEWANDTE FORSCHUNG UND DIENSTLEISTUNG IN AQUATISCHEN ÖKOSYSTEMEN

gaiaC – Forschungs- institut für Öko- systemanalyse und -bewertung

gaiaC ist ein An-Institut der RWTH Aachen mit dem Schwerpunkt in der Bearbeitung anwendungsbezogener ökologischer und ökotoxikologischer Fragestellungen aquatischer und terrestrischer Lebensgemeinschaften. Neben experimentellen Ansätzen im Labor und Freiland stehen die Entwicklung von mathematischen Modellen zur Darstellung biologischer Umweltprozesse sowie die Erarbeitung von Lösungsstrategien zur nachhaltigen Umweltentwicklung im Fokus.

Foto: © Givaga - Fotolia.com

In aquatischen Ökosystemen führen wir angewandte Forschung und Dienstleistungen an Fließgewässern und stehenden Gewässern durch. Schwerpunkte in Fließgewässern sind zum einen maßnahmenbezogene Monitorings, zum anderen Untersuchungen nach Wasserrahmenrichtlinie, insbesondere von Makrozoobenthos. Darüber bieten wir komplexe Analysen von biologischen Datensätzen und Umweltparametern für verschiedene Fragestellungen an.

In Stehgewässern führen wir Planktonuntersuchungen sowie Nährstoffanalysen für Monitoring oder maßnahmenbegleitende Untersuchungen durch. Darüber hinaus bieten wir Bewertungen von Gewässerbiozönosen und die Erarbeitung von Managementkonzepten für Stehgewässer an. Hierbei kann unterstützend das validierte, numerische Computersimulationsmodell StoLaM zur Vorhersage von Populationsdynamiken und Nährstofffrachten eingesetzt werden.

Ein weiteres seit vielen Jahren etabliertes Standbein von gaiaC ist die ökotoxikologische Untersuchung von Chemikalien und Umweltpollen in Einzelart-Testverfahren im Labor sowie in Studien mit komplexen Biozönosen (sog. Mesokosmosstudien) im Freiland. Diese komplexen Systeme umfassen verschiedene Kompartimente wie Phyto- und Zooplankton-

organismen im Freiwasser sowie eine diverse Makroinvertebratengemeinschaft im und auf dem Sediment. Diese sog. Mesokosmen werden im Dienstleistungsbereich zurzeit v.a. zur Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln eingesetzt. Darüber hinaus führen wir in diesen Systemen Forschungsarbeiten für neue Fragestellungen durch wie z. B. die Untersuchung von Nanopartikeln als Schadstoff-Carrier (sog. Trojan horse effect).

Bei den Einzelart-Testverfahren liegt unser Schwerpunkt auf der Testung von Umweltpollen, insbesondere von Abwasserproben unterschiedlicher Behandlungsstufen aus Kläranlagen wie z. B. der sog. vierten Reinigungsstufe mittels Ozonung oder Aktivkohlebehandlung. Neben Standard-Testorganismen wie Grünalgen (*Desmodesmus subspicatus*, *Pseudokirchneriella subcapitata*), Wasserlinsen (*Lemna minor*, *Lemna gibba*), Wasserflöhen (*Daphnia magna*) und Fischeiern (*Danio rerio*), werden zunehmend auch Testverfahren mit Nicht-Standardarten wie verschiedenen Cladoceren (z. B. *Daphnia pulex*), Mückenlarven (z. B. *Chaoborus crystallinus*), Amphipoden (*Gammarus pulex*, *Crangonyx pseudogracilis*), Eintagsfliegen (e.g. *Cloeon dipterum*, *Habrophlebia lauta*), Köcherfliegen (e.g. *Hydropsyche spec.*), Schnecken (e.g. *Potamopyrgus antipodarum*) und Wasserasseln (e.g. *Asellus aquaticus*) eingesetzt. Darüber hinaus erarbeiten

wir zielorientiert Teststrategien für weitere Fragestellungen.

Neben den praktischen Arbeiten besteht ein weiterer Schwerpunkt in der Analyse und Bewertung von komplexen biologischen Datensätzen. Hierbei kommen je nach Fragestellung verschiedene univariate und multivariate statistische Verfahren zum Einsatz. Zusätzlich erarbeiten wir Bewertungstools für verschiedene Fragestellungen wie z. B. ein abfragebasiertes Datenbankmodell als ökologisches Bewertungstool für Starkregen- und Hochwasserereignisse oder ein mechanistisches Populationsmodell zur Vorhersage von Chemikalieneffekten auf eine Population für ausgewählte ökologische Szenarien.



**Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse
und -bewertung e. V.**

Dr. Monika Hammers-Wirtz

Geschäftsführerin

hammers-wirtz@gaiaC.rwth-aachen.de

Dr. Tido Strauss

Projektleiter aquatische Ökologie,

Ökotoxikologie und Modellierung

strauss@gaiaC.rwth-aachen.de

Silke Claßen

Projektleiterin Fließgewässerökologie

classen@gaiaC.rwth-aachen.de

www.gaiaC.rwth-aachen.de

NITRATABBAU DURCH GEOGENEN PYRIT – WIE LANGE KANN DIES DAS GRUNDWASSER NOCH SCHÜTZEN?

LFH – Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie

Als Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie ist unsere Forschung auf die Bemessung verfügbarer Grundwasservorkommen mit hydrogeologischen und numerischen Modellwerkzeugen und den Schutz der Grundwasserressource gerichtet. Wir betrachten Grundwasser immer als Teil eines offenen Natursystems, das Stoffe, wie Arsen und Uran, aus dem Gestein aufnimmt, aber auch anthropogene Veränderungen z. B. durch Nitrat erfährt.

Es ist hinlänglich dokumentiert, dass durch Landwirtschaft ausgebrachter Wirtschafts- und Mineraldünger die wichtigsten Ursachen für zu hohe Nitratbelastungen in Grundwässern und deren schlechtem Zustand sind. In der Niederrheinischen Bucht werden besonders aus dem zweiten und dritten Grundwasserstockwerk nitratfreie Rohwässer gewonnen. Der Erftverband hat in einer

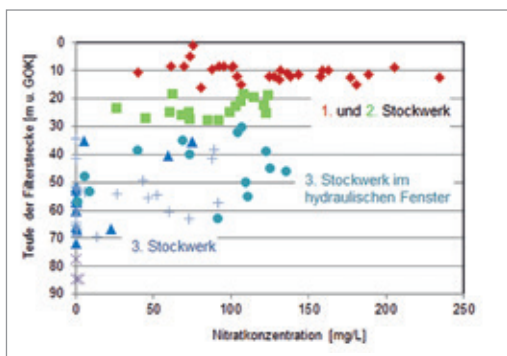
umfangreichen Auswertung langjähriger hydrochemischer Rohwasserdaten für sein Verbandsgebiet gezeigt, dass für 52 % der Wassergewinnungen ein Nitratbauprozess belegbar ist. Den größten Anteil hat dabei die chemo-lithotrophe Denitrifikation v.a. durch Pyrit im Aquifergestein.

Da von weiterhin hohen Nitratfrachten in die Grundwässer auszugehen ist, selbst wenn jetzt in der Landwirtschaft umgesteuert wird, kommt der Frage, wie lange ein reaktiver Pyritvorrat noch vorliegen wird, eine zentrale Bedeutung zu. Die Auswertung des Erftverbandes zeigt einzelne Wassergewinnungen, in denen das Nitratbaupotenzial bereits nach 15 – 20 Betriebsjahren erschöpft zu sein scheint. Dem gegenüber stehen geochemische Berechnungen, die ein Nitratbaupotenzial von hundert bis hunderten von Jahren ermitteln. Kompliziert wird die Einschätzung des Nitratbaupotenzials durch grundwasserhydraulische Kurzschlüsse, sogenannte hydraulische Fenster, zwischen den Stockwerken. Diese Fenster sind i.d.R. schlecht erbohrt und können nur durch hydrochemische Auswertungen und numerische Modellrechnungen eingegrenzt werden.

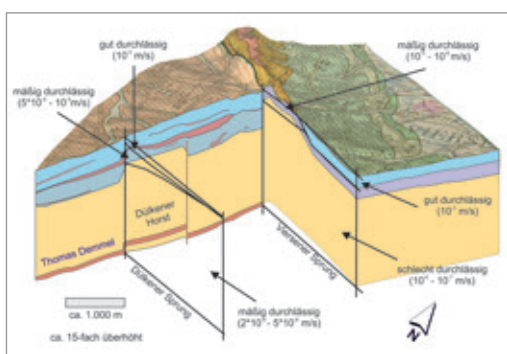
Vor diesem Hintergrund haben die NEW NiederrheinWasser GmbH und wir eine Forschungsbohrung auf 75 m in das dritte Grundwasserstockwerk abgeteuft und diese zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut. Erfolgreich wurden dabei transparente, unter Schutzgas genommene, PE-Liner eingesetzt, die direkt z. B. in Säulenversuchen eingesetzt werden

können. Der Standort liegt im Vorfeld einer Wassergewinnungsanlage. Durch ein hydraulisches Fenster wird auch hier Nitrat aus dem oberen Stockwerk in das wasserwirtschaftlich genutzte dritte Stockwerk eingetragen.

Die Bohrung ist Teil eines umfassenden methodischen Untersuchungskonzeptes, das verschiedene Verfahren zur Ermittlung des Nitratbaupotenzials in ihrer Durchführung, den gewonnenen Erkenntnissen und letztlich dem ermittelten Abbaupotenzial vergleichen soll. Diese Verfahren sind eine Auswertung der hydrochemischen Daten, eine Berechnung der verbleibenden Dauer des Nitratbaus aus geochemischen Daten – diese hat eine Dauer von 70 – 170 Jahren ergeben – ein mehrstufiger Push-Pull-Versuch zum in-situ Nitratbaupotenzial in der zur Messstelle ausgebauten Bohrung, der Einsatz isotopisch markierten Nitrats und Langzeitsäulenversuche zum chemo-lithotropen Nitratbaupotenzial an erbohrtem Material. Eine numerische Transportmodellierung, für die ein vorhandenes Modell erweitert wird, wird dann alle Erkenntnisse zusammenfassen.



Nitrat im Grundwasser des Untersuchungsgebietes



Hydrogeologisches Modell



Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie der RWTH Aachen University

Univ.-Prof. Dr. Thomas R. Rude
Professor LuFG Hydrogeologie
ruede@hydro.rwth-aachen.de
www.lfh.rwth-aachen.de

KLIMAANPASSUNGS- KONZEPT IM BERGISCHEN STÄTTEDREIECK

Infolge des Klimawandels werden neben Klimaschutz- insbesondere auch Klimaanpassungsmaßnahmen vorangetrieben. Klimaanpassungsstrategien sollen dabei helfen, die aktuellen Risiken des Klimawandels zu identifizieren und zu bewerten, den möglichen Handlungsbedarf zu benennen sowie konkrete Maßnahmen zu entwickeln. Auch die Städte des Bergischen Städtedreiecks Remscheid, Solingen und Wuppertal haben sich entschieden, sich der Herausforderung „Klimaanpassung“ zu stellen und wollen sich auf schleichende Klimaveränderungen und zunehmende Extremereignisse wie Hitzeperioden, Starkregen oder Stürme einstellen. Extremwetterereignisse sind schon in der Vergangenheit im Bergischen Städtedreieck aufgetreten, weshalb ein Bedarf für proaktives Handeln erkannt wurde. Im Projekt BEST-KLIMA* - Entwicklung, Test und Evaluation eines Managementsystems zur Umsetzung und Qualitätssicherung von Teilkonzepten Anpassung – am Beispiel der Regionalen KlimaAnpassungsstrategie im Bergischen Städtedreieck werden insbesondere auch Strategien zur Bewältigung von Starkregenereignissen erarbeitet.

In allen drei Städten wurden Modelle zur Berechnung von Fließwegen und Mulden/Senken entwickelt. Teilweise sind die Modelle auch mit der Kanalnetzberechnung gekoppelt worden um Überflutungssimulationen zu erstellen. Die Nutzung der Daten innerhalb der Verwaltung sowie zur Information der Öffentlichkeit erfolgt in den drei Städten auf unterschiedlichen Wegen. In der Stadt Remscheid sind die Karten für die Verwaltung verfügbar, aber auch für die Öffentlichkeit. Eine kostenfreie Beratung der Bevölkerung und Grundstückseigentümer erfolgt zudem über die Untere Wasserbehörde. Die Stadt Solingen plant zusätzlich, Informationen zu Starkregen sowie entsprechendes, vorhandenes Kartenmaterial auf der Website der Stadt zu veröffentlichen. Des Weiteren ist die Einführung einer Warn-App, welche betroffene Bürger eine halbe Stunde vor Eintritt eines Ereignisses über eine Push-Up-Nachricht warnen soll geplant. Diese App hat nicht nur den Zweck, im konkreten Fall eine Warnung zu senden, sondern sie soll auch generell für das Thema Starkregenereignisse sensibilisieren und zum Nachdenken über Eigenvorsorge anregen. Schließlich soll die App das Einbinden von Fotos ermöglichen. Darüber erhoffen

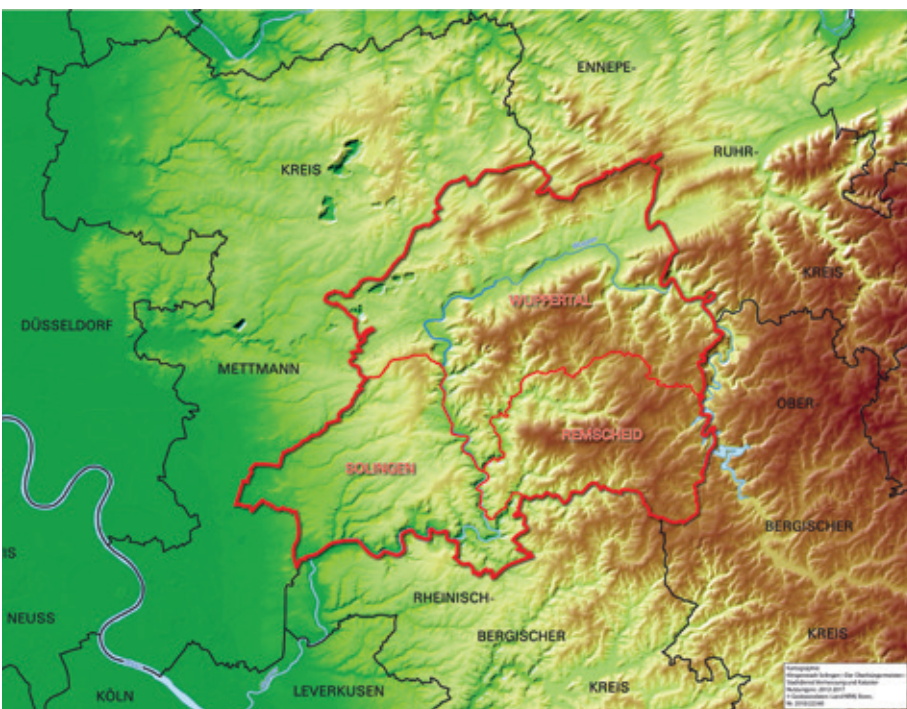
ISB – Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr

Das ISB bearbeitet ein breites Spektrum von forschungs- und umsetzungsorientierten Arbeiten zur räumlichen, verkehrlichen, baulichen und infrastrukturellen und organisatorischen Gestaltung von Städten und Regionen. Neben den Themenfeldern der Mobilitätsforschung, der Verkehrsplanung sowie der Stadt- und Regionalplanung werden Projekte zur Klimaanpassung (u.a. im Hinblick auf die Bewältigung von Starkregenereignissen) bearbeitet.

sich die Technischen Betriebe Solingen, mehr Bilder oder Videos von Bürgern über Starkregenereignisse im Stadtgebiet zu erhalten. Der Unterschied zur bestehenden App NINA des Deutschen Wetterdienstes besteht darin, dass in Solingen auch die Gefährdungskarte hinterlegt sein wird. Die Starkregeneinsätze der Feuerwehr werden dazu ebenfalls grafisch aufbereitet und genutzt.

Die Integration der Belange der Klimaanpassung und somit auch der Starkregenvorsorge in die Bauleitplanung stellt derzeit noch eine besondere Herausforderung dar. Daher wurde mit Hilfe von Workshops mit den 3 Städten eine Checkliste für die Bauleitplanung erarbeitet. Hier ist u.a. die Nutzung von Verkehrsanlagen zur Ableitung und Sammlung von Regenwasser ein noch nicht gelöster Diskussionspunkt. Zu diesem Thema wurde am ISB auch eine Dissertation verfasst (Benden 2014).

*gefördert im Rahmen des Programms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) für Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Bereich 3: Aufbau kommunaler Leuchtturmvorhaben sowie interkommunaler oder regionaler Verbünde zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.



**Institut für Stadtbauwesen und
Stadtverkehr (ISB) der RWTH Aachen
University**

Dr.-Ing. Andreas Witte
Akademischer Oberrat
witte@isb.rwth-aachen.de
www.isb.rwth-aachen.de

WEITERE FORSCHUNGSMÖGLICHKEITEN ZUR NACHHALTIGKEIT

Der Breitbandbegriff der Nachhaltigkeit hat innerhalb der letzten drei Jahrzehnte so rasant an Popularität und Wichtigkeit auf fast allen Ebenen des heutigen Lebens gewonnen, dass er auch aus der Forschung nicht mehr wegzudenken ist. Im Jahr 1992 wurde auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro der Grundstein dieser Entwicklung gelegt: 178 der 200 Staaten der Erde kamen zusammen, um Lösungsansätze zur Erhaltung der Lebensgrundlage der Erde zu erarbeiten. Mit dieser Konferenz wurden die Weichen für eine weltweite, nachhaltige Entwicklung gestellt, die noch bis in die Zukunft andauern wird. Auch im Bereich der Hochschulen kommt diese Entwicklung nach und nach an. Vor Kurzem entstand an der RWTH Aachen University die jüngste Institution der Fakultät für Bauingenieurwesen: Das Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen. Die Leitung des Institutes hält Frau Professorin Marzia Traverso, gebürtig aus Palermo, inne. Im Fokus der Forschung stehen internationale, europäische und nationale Strategien sowie die Politik zu einer nachhaltigen Entwicklung in den Bereichen Energie, Bauwesen und Mobilität. Um dort eine Erfassung der Situationen sowie von Entwicklungen vorzunehmen,

werden verschiedene Bewertungsmethoden und Werkzeuge herangezogen.

Das Ziel der Forschung stellt das Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), der Lebenszyklus-Nachhaltigkeitsbewertung dar, die die Bewertung aller ökologischen, sozialen und ökonomischen negativen Auswirkungen sowie Vorteile in Entscheidungsprozessen hin zu nachhaltigeren Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus darstellt. Um eine solche Bewertung vornehmen zu können,



müssen im Wesentlichen drei verschiedene Teilbereiche in die Bewertung einbezogen werden: Das Life Cycle Assessment (LCA), auch Ökobilanz genannt, stellt eine Abschätzung der Auswirkungen eines Produktes und seines Herstellungsprozesses auf die Umwelt dar. Mit dem Life Cycle Costing (LCC), der Lebenszykluskostenrechnung, werden die Kosten eines Produktes oder einer Dienst-

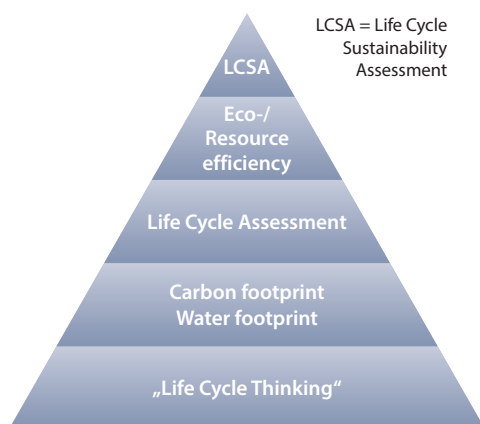
INaB – Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen

Das Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen ist ein neues Institut der RWTH Aachen University und beschäftigt sich mit der Ermittlung/ Bestimmung und Auswertung von Nachhaltigkeit in Unternehmen und Gesellschaft und der Ökobilanz von Produkten.

leistung über dessen gesamte Lebensdauer kalkuliert. Das Social Life Cycle Assessment (S-LCA), die soziale Lebenszyklusanalyse, wiederum untersucht soziale Aspekte während des gesamten Produktlebenszyklus. Im Zuge dieser drei wesentlichen Bewertungsschemata

werden zusätzlich Kriterien wie CO₂- und Wasserbilanz, Öko- und Ressourceneffizienz sowie Input-Output-Analysen und Materialflussrechnungen ausgeführt. Frau Prof. Traverso bringt viel Erfahrung auf diesem Themengebiet mit. An der Technischen Universität Berlin lehrte und forschte sie bereits seit 2008 am dortigen Lehrstuhl für „Sustainable Engineering“, insbesondere zum Thema LCSA, einem Konzept zur nahtlosen Integration sämtlicher Informationen, die im Verlauf des Lebenszyklus eines Produktes anfallen, sowie LCA und S-LCA. In den darauffolgenden Jahren widmete sie sich der Arbeit beim Großkonzern BMW Group zu einem der entscheidenden Themen nachhaltiger Mobilität. Als

Expertin im Bereich Nachhaltigkeit leitete sie dort unter anderem das Life Cycle Assessment der elektrischen Modelle i3 und i8. Bei ihrer Tätigkeit bei der Europäischen Union in Sevilla war sie wissenschaftliche Beauftragte für die B5-Einheit „Circular Economy and Industrial Leadership“ sowie Projektleiterin der „Green Public Procurement Criteria“ für Transport und Straßenbeleuchtung.



Adaptation of Maslow's pyramid of human needs for life cycle based environmental and sustainability assessment approaches (Finkbeiner et al. 2010)

¹ Finkbeiner, Schau, Lehmann and Traverso, 2010. Towards Life Cycle Sustainability Assessment. Sustainability, 2010, 2, 3309-3322; doi:10.3390/su2103309

EINFLUSS VON MIKROPLASTIK AUF DEN MENSCHEN

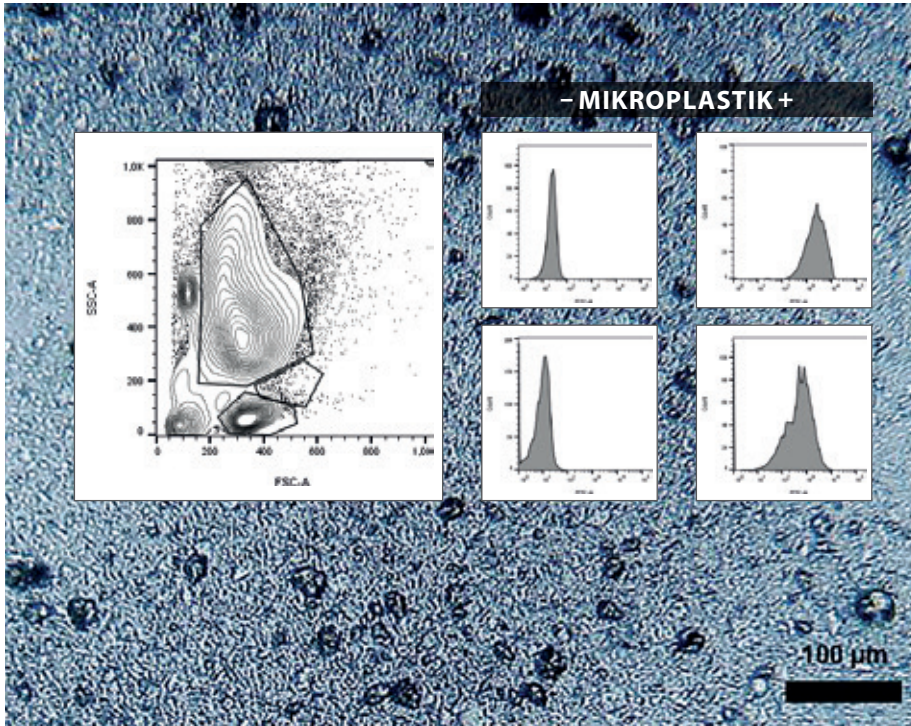


Foto: © Danator (talk), CC BY 3.0, www.commons.wikimedia.org

Mikroplastikpartikel werden vom Menschen über die Nahrung aufgenommen. Inwieweit sich Mikroplastik im Menschen verteilt und welche Auswirkungen Mikroplastik auf unterschiedliche Organe im Menschen hat ist bisher unklar. Als wahrscheinlich gilt eine Verteilung

von Mikroplastik über das Blut und das lymphatische System. Durch Rezeptor vermittelte Endozytose gelangt Mikroplastik (< 1 µm) in eukaryotische Zellen und abhängig von der Partikelgröße kann Mikroplastik in Zellorganellen (Lysosomen/Vakuolen) nachgewiesen werden. Dabei verursacht die Gegenwart von Mikroplastik zellulären Stress: abhängig von

uniklinik RWTH aachen – Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Das Institut befasst sich mit den Wechselbeziehungen zwischen Arbeits- und Lebenswelten einerseits, sowie Gesundheit und Krankheit andererseits. Schwerpunkte sind die Arbeits- und umweltmedizinische Ambulanz sowie Forschung und Laborleistungen im Bereich Toxizitätstests, Biomonitoring und Mikrobiologie.

der Nettoladung und der Größe einzelner Partikel induziert Mikroplastik Apoptose und Nekrose sowie die Störung des intrazellulären Calciumhaushaltes. Ziel dieses Projektes ist die Ermittlung des Eintrags von Mikroplastik über biologische Grenzflächen in den Menschen sowie der Toxizität von Mikroplastik in humanen Zellen. Die Untersuchungen erfolgen an einer humanen alveolar Lungenepithel (A549) Zelllinie, an Zellen des Gastro-Intestinaltraktes (Caco-2), sowie an Endothelzellen (HUVEC) des Blutgefäßsystems und primären Blutzellen (siehe Abbildung).

Als Mikroplastik-Modell dient eine Aufschlammung von Niederdruck-Polyethylen (HDPE; abifor 1300/20) mit einer Partikelgröße zwischen > 0–80 µm, sowie Fluorochromgekoppelten Mikrosphären (Polystyrol, Durchmesser 0.1–2 µm bzw. Durchmesser 7 µm). Der Nachweis von Mikroplastik in der Zelle erfolgt in polarisiertem Licht bzw. mittels direkter Fluoreszenz in der Durchflusszytometrie.

Mit dieser Methodik konnte der Eintrag von Mikroplastik in humane Blutzellen bereits nach 1 Stunde Inkubation nachgewiesen werden.



**UNIKLINIK
RWTHAACHEN**

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus
Direktor

Beatrix van Zütphen
Assistentin der Institutsleitung
arbeitsmedizin@ukaachen.de

www.ukaachen.de

VERANSTALTUNGEN

14.03.–16.03.2018 | ISA/FiW

**51. ESSENER TAGUNG
FÜR WASSER-
WIRTSCHAFT**

www.essenertagung.de

05.06.–07.06.2018 | AVT.CVT

**HOCHSCHULKURS
MEMBRANPROZESSE
(HSK)**

www.avt.rwth-aachen.de

11.09.–12.09.2018 | ISA

**19. KÖLNER KANAL
UND KLÄRANLAGEN
KOLLOQUIUM**

www.kanalkolloquium.de

14.11.–15.11.2018 | AVT.CVT

**17. AACHENER
MEMBRAN
KOLLOQUIUM (AMK)**

www.amk.rwth-aachen.de

November 2018 | ISA

**31. AACHENER
KOLLOQUIUM
FÜR ABFALL- UND
RESSOURCEN-
WIRTSCHAFT**

www.aka-ac.de

29.11.–30.11.2018 | ITA

**AACHEN DRESDEN
DENKENDORF
INTERNATIONAL
TEXTILE CONFERENCE**

www.aachen-dresden-denkendorf.de

10.01.–11.01.2019 | IWW

**49. INTERNATIONALES
WASSERBAU-SYMPO-
SIUM AACHEN (IWASA)**

<https://iwasa.de>

20.03.–22.03.2019 | ISA/FiW

**52. ESSENER TAGUNG
FÜR WASSER-
WIRTSCHAFT**

www.essenertagung.de

29.10.–30.10.2019 | ISA/AVT.CVT

**13. TAGUNG
AACHENER WASSER-
TECHNOLOGIE**

www.isa.rwth-aachen.de
www.avt.rwth-aachen.de

Impressum

Herausgeber:

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

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

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

Verantwortlich:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
isa@isa.rwth-aachen.de

Redaktion:

Dr.-Ing. Regina Haußmann
hausmann@isa.rwth-aachen.de
Dr.-Ing. Natalie Palm
palm@fiw.rwth-aachen.de

Layout:

design@fiw.rwth-aachen.de

Druck:

sieprath gmbh
marketingservices · printmanagement
www.sieprath.de

www.acwa.ac

Aachen Wasser

acwa