

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt Metropolen

WIE HACKER GANZE STÄDTE LAHMLEGEN

METROPOLE RUHR: WAS SCHILDER
ÜBER DIE MENSCHEN VERRATEN

MYTHOS NEW YORK: WIE TRAUM
UND WIRKLICHKEIT ENTSTEHEN





Wasserforschung

TREIBHAUSGASE AUS DER KLÄRANLAGE

Eine einfache neue Messmethode soll dazu beitragen, dass sauberes Wasser nicht auf Kosten des Klimas geht.

Wasserhahn auf, Waschmaschine an, ab unter die Dusche – jeder Deutsche verbraucht im Durchschnitt über 120 Liter Wasser am Tag. Wo es herkommt oder hinget, beschäftigt die meisten Menschen nicht. Für Ingenieurinnen und Ingenieure ist das aber ein wichtiges Thema, denn weltweit wachsen immer größere Städte, die mit hygienischem Trinkwasser versorgt und deren Abwasser gereinigt werden müssen. Und auch in Deutschland gibt

es noch offene Fragen. Mit einer von ihnen beschäftigt sich Pascal Kosse, Doktorand im NRW-Fortschrittskolleg Future Water am Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik der Ruhr-Universität Bochum. Ausgangspunkt seiner Dissertation ist die Tatsache, dass bei der Reinigung von Abwässern klimaschädliche Gase entstehen.

„Was viele nicht wissen, ist, dass die Klärung von Abwasser nach einer mechanischen Reinigung vor allem von Bakteri-



In Kläranlagen werden Abwässer mechanisch und durch Bakterien gereinigt.

en erledigt wird“, erklärt er. Verschiedene Bakterienarten in hintereinanderliegenden Becken fressen organische Rückstände im Wasser auf und befreien es von Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen. Bei ihrem Stoffwechsel entsteht unter anderem Lachgas, wissenschaftlich Distickstoffmonoxid (N_2O). Gelangt es in die Atmosphäre, wirkt es 265-mal klimaschädlicher als das bekannte Treibhausgas CO_2 . Anders als das ebenfalls klimaschädliche Methan, das bei der Wasserreinigung gezielt als Energieträger produziert wird, kann man N_2O nicht als Brennstoff weiterverwenden – es ist buchstäblich Abfall.

Klärprozesse simulieren

„ N_2O wird von Bakterien als Nebenprodukt produziert, die für ihren Stoffwechsel Sauerstoff brauchen“, erklärt Pascal Kosse. Die Bakterien reinigen das Wasser nur bei ganz bestimmten Sauerstoffkonzentrationen. Sauerstoff muss man dem Klärbecken also ausreichend zuführen. Da die Versorgung eines Klärbeckens mit Sauerstoff allerdings Energie in Form von Strom verbraucht, bei dessen Erzeugung ebenfalls Treibhausgase als indirekte CO_2 -Emissionen entstehen, ist die optimale Steuerung einer Kläranlage eine Rechenaufgabe. Diese Auf-

gabe lässt sich mit einer Simulation des Klärprozesses lösen, in der man sämtliche Stellschrauben drehen und die jeweils entstehenden Mengen Klimagase vergleichen kann. Um eine solche zuverlässige Simulation entwickeln zu können, muss man zunächst genau wissen, wie viel Lachgas in einem Klärbecken unter den jeweiligen Betriebsbedingungen entsteht. „Diese Information ist notwendig, um die Simulation zu kalibrieren“, verdeutlicht Prof. Dr. Marc Wichern vom Bochumer Lehrstuhl Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik, der die Doktorarbeit zusammen mit Prof. Dr. Torsten Schmidt vom Lehrstuhl Instrumentelle Analytische Chemie der Universität Duisburg-Essen betreut.

Drei mikrobiologische Prozesse in Kläranlagen, bei denen N_2O entsteht, sind leidlich bekannt. Die Menge des dabei entstehenden Gases allerdings nicht, denn die bisher genutzten Messmethoden, die auf Infrarottechnik basieren, sind nicht nur sehr teuer, sie liefern auch nur Ergebnisse für das in der Umgebungsluft befindliche Treibhausgas. Ein Teil der Gase ist jedoch im Wasser gelöst.

Um auf günstigerem Weg genaue Ergebnisse bekommen zu können, entwickelte Pascal Kosse daher eine neue Messmethode. Sie basiert darauf, dass Salze die chemische Löslichkeit ▶



Pascal Kosse entnimmt eine Wasserprobe aus einem Klärbecken.



Im Labor lässt sich herausfinden, wie viel Lachgas im Wasser der Kläranlage gelöst war.

FORTSCHRITTSKOLLEG FUTURE WATER



Im Fortschrittskolleg Future Water arbeiten seit 2014 zwölf Promovierende an ihren Dissertationen zum Thema globale Wasserforschung. Die Betreuung findet standortübergreifend statt, zusätzlich gibt es für jede Doktorarbeit einen Praxismentor, im Fall von Pascal Kosse ist das Dr. Ruben Laurids Lange von der Emschergenossenschaft. Alle drei Standorte der Universitätsallianz Ruhr sind am Fortschrittskolleg beteiligt, Sprecher ist Prof. Dr. Torsten Schmidt von der Universität Duisburg-Essen. Eine Verlängerung über die Förderdauer bis 2018 hinaus ist schon beantragt. Dann soll der Fokus auf dem Regenwassermanagement liegen. Das Fortschrittskolleg wird vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

➔ www.nrw-futurewater.de

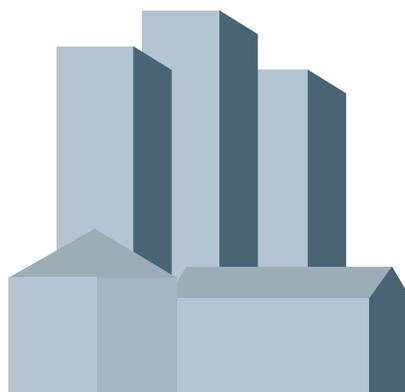
von Treibhausgasen im Wasser senken. Das zunächst im Wasser gelöste Gas muss nach der Zugabe von Salz das Wasser verlassen. Experten nennen diesen Prozess Ausstrippung. Dabei kann man es auffangen und seine Menge mit einem Gaschromatografen bestimmen.

Das optimale Salz finden

Welches Salz jedoch für diesen Prozess optimal geeignet ist, war offen. Pascal Kosse experimentierte daher mit neun verschiedenen Kandidaten, die bestimmten Kriterien genügen mussten. Sie mussten zum Beispiel ungiftig sein und durften keine chemischen Nebenreaktionen auslösen, die zur Bildung von N_2O führen. Auch mussten sie ausreichend gut löslich sein, und sie durften nicht die Temperatur des Wassers oder das Volumen des ausgestrippten Gases beeinflussen. Das Ziel war, das Salz zu finden, das möglichst 100 Prozent des gelösten N_2O aus dem Wasser her austreibt. Zum Sieger der Versuche konnte er schließlich Natriumbromid küren.

Mit der neuen Methode zum Bestimmen der Lachgasmenge stehen nun alle Informationen zur Verfügung, um den Klärprozess umfassend zu simulieren und die Treibhausgasproduktion von Kläranlagen unter verschiedenen Bedingungen realistisch einzuschätzen. Die so ermittelten Informationen über die Folgen der Wasseraufbereitung in Kläranlagen sind auch über die Steuerung einzelner Anlagen hinaus bedeutend. „Mit Blick auf Schwellen- und Entwicklungsländer, in denen immer mehr Menschen auf engem Raum sauberes Trinkwasser brauchen, die Kanalisation aber nicht so schnell wächst wie die Städte, überlegt man, die Abwasseraufbereitung in kleinerem Maßstab vor Ort zu erledigen“, erklärt Marc Wichern. Das könnte perspektivisch auch für Deutschland eine der technischen Optionen sein, denn etwa ein Viertel des Kanalnetzes ist älter als 50 Jahre, sodass sein Unterhalt immer teurer wird. Dazu ist es wichtig zu wissen, wie man die dezentralen Anlagen optimal steuert, um hygienische Risiken auszuschließen sowie Klima und Ressourcen zu schonen. „Beim Thema Wasseraufbereitung geht es letztlich um die Gestaltung urbaner Räume“, sagt Marc Wichern.

Text: md, Fotos: dg





Ein Ausblick von Marc Wichern

KLEINKLÄRANLAGEN IN DER STADT

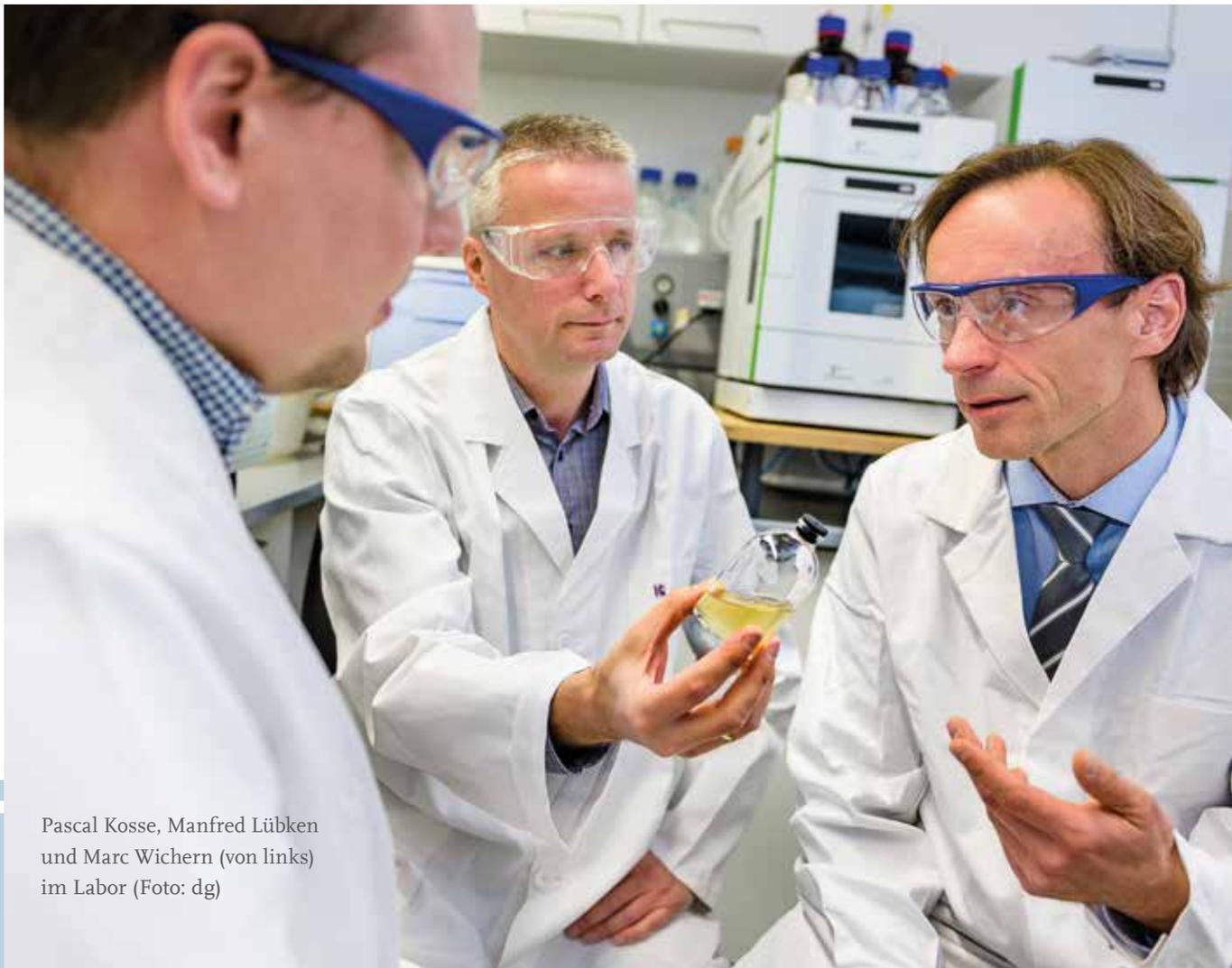
Das Abwasser von Kommunen wird in der Regel durch Mikroorganismen unter künstlicher Belüftung gereinigt. Diese Reinigung findet überwiegend in zentralen Kläranlagen statt. Die nötigen Technologien sind seit Jahrzehnten erfolgreich im Einsatz. Ein Nachteil ist aber, dass die Abwasserreinigung und besonders der Transport des Abwassers viel Energie verbrauchen und außerdem eine komplexe Wasserinfrastruktur erfordern, zum Beispiel ein verzweigtes Kanalnetz.

Daher denken Ingenieure für die Zukunft an eine Wasserreinigung in kleineren Kläranlagen, die an verschiedenen Standorten in Städten stattfindet – vor allem für die Planung neuer Wasserinfrastrukturen. Die Vorteile liegen in kurzen Transportwegen und darin, dass man den Betrieb und Erhalt komplexer Kanalnetze vermeiden kann. Des Weiteren beschäftigt die Forscher auch die Frage, ob und wie sich aus Abwasser und landwirtschaftlichen Abfallprodukten vor Ort Energie gewinnen lässt: Die in den Städten anfallende Biomasse wie etwa Rasenschnitt von Parkanlagen kann gemeinsam mit den Kohlenstoffanteilen des Abwassers fermentiert werden, um Biogas zu produzieren. Das Abwasser liefert die Mikroorganismen, die diesen Vorgang

katalysieren. Das Biogas wird aufgefangen und in einem Blockheizkraftwerk in Wärme und Strom umgewandelt.

Außerdem wollen die Forscher die Nährstoffe Stickstoff und besonders Phosphor aus dem Abwasser zurückgewinnen, indem sie sie zum Beispiel als Dünger für städtische Grünflächen oder urbane Landwirtschaft einsetzen. Auch geht es darum, geschlossene Kohlenstoffkreisläufe zu schaffen, um die Umwelt zu schonen und Ressourcen zu sparen.

Fragen, mit denen sich die Ingenieure befassen, betreffen unter anderem die Steuerung und Automatisierung dezentraler Abwasserreinigungssysteme. Es geht vor allem darum auszuschließen, dass die Bevölkerung gefährdet wird, weil schlecht betriebene Anlagen Hygieneprobleme erzeugen. Neben diesen technischen Fragen spielen auch juristische und gesellschaftliche Fragen eine Rolle, zum Beispiel zur Akzeptanz oder im Bereich der Ausbildung. Ergebnisse der Forschung werden heute schon bei der Planung der Wasserinfrastruktur in Schwellen- und Entwicklungsländern angewandt.



Pascal Kosse, Manfred Lübken und Marc Wichern (von links) im Labor (Foto: dg)

REDAKTIONSSCHLUSS

Die Rubin-Redaktion kümmert sich nicht nur um das Wissenschaftsmagazin, sondern hat in den vergangenen Monaten gemeinsam mit verschiedenen Forschern der RUB auch einen Kalender für das Jahr 2018 auf die Beine gestellt – mit Fotos von Exkursionen in entlegene Ecken der Welt. Metropolen stehen dabei zwar nicht im Vordergrund. Aber diese Nachtaufnahme von André Baumeister aus Kapstadt hat es in die Auswahl geschafft. Der Kalender ist erhältlich im Unishop der RUB, im Blue Square Store in der Bochumer Innenstadt sowie in verschiedenen Bochumer Buchhandlungen.

➔ www.news.rub.de/mitgereist



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Reinhold Gleis (Philologie), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Michael Hübner (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Wolfgang Linke (Medizin), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Prof. Dr. Michael Roos (Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Tom Schanz (Bau- und Umweltingenieurwissenschaften), Prof. Dr. Michael Wala (Geschichtswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVERFOTO: Roberto Schirdewahn

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 16, 54, 58: Damian Gorczany; Teaserfoto für die Seite 20: NASA JPL-Caltech; Teaserfotos für die Seiten 38 und 44: Roberto Schirdewahn

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 7.000

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter rubin.rub.de/abonnement.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren