

Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf

Thomas Ternes (Koblenz) und Sabine Thaler (Hennef)

Anthropogene Spurenstoffe, neue Krankheitserreger und multiresistente Keime stellen aktuelle Herausforderungen für die Wasserwirtschaft dar. Im Rahmen einer Fördermaßnahme des BMBF sollen die Risiken charakterisiert und neue Lösungen eines Risikomanagements gefunden werden. Im Sinne einer effizienten Verwertung und Verbreitung der Ergebnisse erfolgen flankierende Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen. Eines der zwölf bewilligten Verbundvorhaben, zu denen der Startschuss Anfang des Jahres gefallen ist, richtet den Blick

besonders auf Transformationsprodukte, die durch oxidativen Abbau aus Spurenstoffen hervorgehen. Das daraus entstehende, weitgehend unkalkulierbare Risiko muss genauer analysiert werden und in einem handlungsorientierten Risikomanagementkonzept Berücksichtigung finden. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts betrifft neu auftretende Krankheitserreger und antibiotikaresistente Keime. Neue Nachweismethoden sollen helfen, die Verbreitung dieser Bakterien zu verstehen und Gegenmaßnahmen zu treffen.

Problemsituation anthropogener Spurenstoffe und Krankheitserreger

Seit einigen Jahren werden viele neue umweltrelevante Stoffe in Kläranlagenabläufen und Gewässern nachgewiesen, die bisher nicht im Fokus der Umweltwissenschaften standen. Neben Arzneimitteln, Hormonen und kosmetischen Inhaltsstoffen sind darunter auch Flammenschutzmittel und sogar Lebensmittelzusatzstoffe wie synthetische Süßstoffe. Da diese Stoffe durch den Menschen in das Abwasser und die Umwelt emittiert werden und in der Regel in Konzentrationen

unter 10 µg/L in Fließgewässern zu finden sind, werden sie unter der Bezeichnung „Anthropogene Spurenstoffe“ zusammengefasst. Einige dieser anthropogenen Spurenstoffe können bereits in geringen Konzentrationen (Mikro-/Nanogramm-je-Liter-Bereich) zu Wirkungen bei aquatischen Organismen führen.

Viele anthropogene Spurenstoffe sind dadurch gekennzeichnet, dass sie relativ persistent, das heißt, nur mäßig abbaubar sind. Zudem handelt es sich bei vielen dieser Substanzen um sehr polare Verbindungen, sodass sie auch durch Sorption an Klärschlammflocken nicht entfernt werden können. Aus diesen Gründen reichen die klassischen Verfahren der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung in der Regel nicht aus, um eine vollständige Eliminierung der anthropogenen Spurenstoffe zu erreichen. Ergänzende Maßnahmen wären erforderlich, die zusätzliche Kosten verursachen. Die Frage, ob und welche weitergehenden Eliminationstechniken notwendig sind, hängt von der Risikobewertung der betreffenden Stoffe ab und davon, ob sie in relevanten Konzentrationen im Wasserkreislauf vorkommen. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass es insbesondere bei sogenannten oxidativen Behandlungsverfahren wie der Ozonung auch zur Bildung möglicher toxikologisch relevanter Nebenprodukte kommen kann.

Eine weitere Problemsituation besteht bei Krankheitserregern. In den letzten Jahrzehnten wurden zunehmend neue Krankheitserreger (*emerging pathogens*) in der Umwelt nachgewiesen. Diese haben das Potenzial, zu plötzlichen Krankheitsausbrüchen mit epidemiologischer Bedeutung zu führen. Hinzu kommt die besorgniserregende Verbreitung von Resistenzfaktoren gegenüber Antibiotika, welche die medizinischen Therapien bei gefährlichen bakteriellen Infektionen zunehmend erschweren.

Forschungsförderung durch das BMBF im Bereich des Risikomanagements

Als Antwort auf die aktuellen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung natürlicher Wasserressourcen hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) den Förderschwerpunkt „Nach-

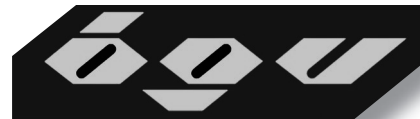
haltiges Wassermanagement“ (NaWaM) konzipiert. NaWaM bündelt die Aktivitäten des BMBF im Bereich der Wasserforschung. In den Themenfeldern „Wasser und Gesundheit“, „Wasser in urbanen Räumen“, „Wasser und Energie“, „Wasser und Ernährung“ und „Wasser und Umwelt“ werden praxisorientierte Fragestellungen aufgegriffen.

Mit einer Laufzeit von drei Jahren wurde die Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf“ (RiSKWa), die dem Themenfeld „Wasser und Gesundheit“ zuzuordnen ist, Anfang dieses Jahres offiziell gestartet. Die Auftaktveranstaltung hat am 7. und 8. Februar 2012 in Frankfurt am Main stattgefunden. Ziel der Fördermaßnahme ist es, ein innovatives und dynamisches System des Risikomanagements für einen vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz zu erarbeiten und in Form von Einzelbeispielen umzusetzen. Die Fördermaßnahme RiSKWa mit ihren zwölf Verbundprojekten soll einen Beitrag leisten, die Risiken zu erkennen, Technologien und Strategien zu ihrer Vermeidung bzw. Verringerung zu entwickeln sowie Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen für die Etablierung eines effektiven Risikomanagements und eines vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutzes zu erarbeiten.

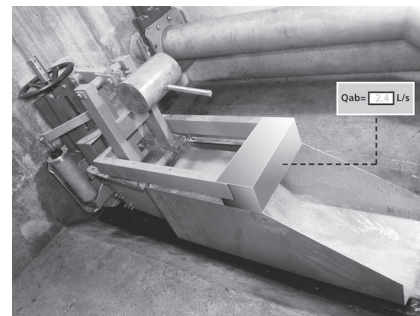
Risiken von Transformationsprodukten und Krankheitserregern

Im Rahmen der RiSKWa-Fördermaßnahme ist auch das Verbundprojekt „Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf (TransRisk)“ mit einem Auftakttreffen am 18. und 19. Januar 2012 in Koblenz an den Start gegangen.

Das Vorhaben *TransRisk* wird von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz koordiniert und besteht aus 15 Partnern von 14 Institutionen. *TransRisk* verfolgt das Ziel, ein handlungsorientiertes Risikomanagementkonzept für neue Schadstoffe und Krankheitserreger auszuarbeiten. Dieses Konzept wird in der Beispielregion Donauried umgesetzt und weiter optimiert. Grundlage für die Entwicklung und Bewertung des Konzeptes ist zum einen die weitreichende Risikocharakterisierung und zum anderen die Einbeziehung der verschiedenen betroffenen Personengruppen. Der interdis-

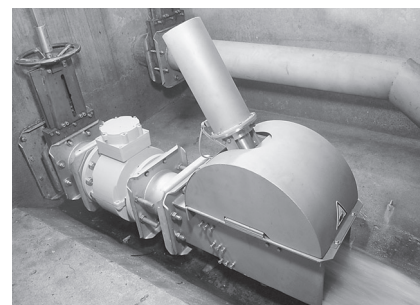


Im Doppelpack: Abflussregelung mit Durchfluss-Messung



bgu-Waage-Drosseln mit Durchfluss-Messung

- Die ideale Kombination um Durchflüsse zu regeln und zu erfassen, Regenbecken zu bewirtschaften, Fremdwassereinleitungen aufzuspüren oder die Kanalauslastung zu ermitteln.
- Kostengünstiges Messverfahren mit hoher Betriebssicherheit und Messgenauigkeit. Gut geeignet für Nachrüstungen.



bgu-E-Segment-Drosseln mit Durchfluss-Messung

- Vielseitig einsetzbar zur Abflusssteuerung, Kanalbewirtschaftung und Kanalreinigung.
- Solarbetrieb möglich (Regelung), mit moderner SPS bereits fernwirktauglich, für kleine Schächte geeignet.

Bitte informieren Sie sich:

bgu - Umweltschutzanlagen GmbH
Schwabenstr. 27, D-74626 Bretzfeld
Telefon +49(0)7946-9120-0
Telefax +49(0)7946-9120-19
E-Mail info@bgu-online.de

www.bgu-online.de

Willkommen auf der IFAT Entsorga:
Halle A4, Stand 225/324



Abb. 1: Struktur des TransRisk-Projekts

ziplinäre Ansatz soll zudem auch zur Beurteilung der unterschiedlichen, in *TransRisk* untersuchten, Abwasserbehandlungsverfahren herangezogen werden.

TransRisk besteht aus drei wissenschaftlich orientierten Arbeitspaketen (Abbildung 1).

Im Arbeitspaket *Risikocharakterisierung* geht es um die umweltchemische, mikrobiologische, ökotoxikologische und humantoxikologische Bewertung der Belastung von Wasser mit anthropogenen Spurenstoffen und Krankheitserregern. Dieser interdisziplinäre Ansatz soll zudem zur Beurteilung der unterschiedlichen, in *TransRisk* untersuchten Abwasserbehandlungsverfahren herangezogen werden. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beurteilung der Risiken von Transformationsprodukten, woraus sich die Kurzbezeichnung *TransRisk* ableitet.

Im Arbeitspaket *Risikomanagement* stehen neue Reinigungsverfahren und Verfahrenskombinationen von Ozonung mit Belebung, Aktivkohlefiltration und

Biofiltration, zur Elimination anthropogener Spurenstoffe und deren Abbauprodukte sowie Krankheitserregern im Vordergrund.

Im Arbeitspaket *Risikokommunikation* liegt der Schwerpunkt auf der zielgruppengerechten Kommunikation des ermittelten Risikos. Ziel ist, das Verbraucherverhalten so zu beeinflussen, dass Einträge der betreffenden Stoffe vermindert bzw. vermieden werden. Ein weiteres Ziel besteht in der Verbreitung der Projektergebnisse auf Basis des im Projekt entwickelten Bildungskonzeptes.

Risikocharakterisierung anthropogener Spurenstoffe

Biologische und oxidative Reinigungsverfahren (zum Beispiel Ozonung) führen in der Regel nicht zum vollständigen Abbau, sondern oft zur Bildung von Transformationsprodukten mit häufig nur geringfügig veränderter chemischer Struktur, die sehr stabil sein können. In einigen Fällen weisen Transformations-

produkte sogar ein höheres (öko-)toxikologisches Wirkpotenzial als die Ausgangsverbindungen auf. Im Arbeitspaket *Risikocharakterisierung* ist daher beabsichtigt, die Relevanz von Problemstoffen für die Gesundheit von Mensch und Ökosystem zu ermitteln. Neu entwickelte chemisch-analytische Verfahren sollen dazu dienen, das Auftreten von Schadstoffen mit toxikologisch relevanten funktionellen Gruppen, das heißt Molekülteilen mit bestimmten Eigenschaften, zu identifizieren. Ziel ist es, ihre ökotoxikologische Wirkung vorherzusagen.

Ergänzend zu den chemisch-analytischen Arbeiten kommen computergestützte Methoden zur humantoxikologischen Bewertung von Spurenstoffen und Transformationsprodukten zum Einsatz. Dabei geht es um die physikalische Modellierung von biologischen Zielstrukturen wie Enzymen, Rezeptoren, Kanal-, Transport- und Strukturproteinen, die mit Transformationsprodukten interagieren. Die simulierten Wechselwirkungen von „Transformationsprodukt-Zielstruktur“-Paaren dienen der Identifizierung von Transformationsprodukt-Wirkklassen. Das Verfahren soll zukünftig als Plattform angeboten werden, um weitere Spurenstoffe und mögliche Zielstrukturen zu bewerten.

Parallel dazu wird das Verhalten der betreffenden Stoffe in den einzelnen Aufbereitungsstufen der Pilotkläranlage in Darmstadt untersucht. Wesentlich ist dabei, die Wirkung von Spurenstoffgemischen vor und nach der technischen Abwasserbehandlung zu erfassen. Dies geschieht mithilfe von *in-vitro*-Assays (in Zellkulturen) im Labor und *in-vivo*-Tests (mit lebenden Organismen vor Ort) auf der Anlage in Darmstadt. Hiermit soll auch die Frage beantwortet werden, inwieweit sich durch die Behandlung unerwünschte, problematische Transformationsprodukte bilden.

Auch bei der Trinkwasseraufbereitung können sich Transformationsprodukte, beispielsweise im Rahmen der Desinfektion, bilden. Daher wird die Belastung von Grund- und Oberflächenwasser bzw. von Abwässern mit Spurenstoffen und Krankheitserregern im Wasserschutzgebiet Donauried-Hürbe und der Wasseraufbereitung systematisch untersucht. Auch das Verhalten der Spurenstoffe und der Krankheitserreger in den einzelnen Aufbereitungsstufen des Wasserwerks Langenau steht im Fokus des Projekts.

Schutz der Nitrifikation

Online Toxizität für:

- Kläranlagenschutz
- Kurze Ansprechzeit
- Keine Memory-Effekte
- Toxizität jederzeit messbar
- Kein Zukauf von Testorganismen

www.lar.de



>> NitriTox®

TOC CSB TN₅ TP BSB TSB



PROCESS ANALYSERS AG

Risikocharakterisierung von Krankheitserregern

Um das Risiko des Auftretens von Krankheitserregern und die Antibiotika-Resistenzlage von Bakterien abschätzen zu können, soll ein Konzept entwickelt werden. Es basiert auf dem genetischen Nachweis von Krankheitserregern und humanmedizinisch relevanten Antibiotika-Resistenzgenen. Mit dieser Vorgehensweise ist es möglich, verschiedene abwasserbeeinflusste Habitate mit Bezug zum Trinkwasser in Donauried zu testen und zu bewerten.

Eine besondere Herausforderung im Hinblick auf den Nachweis von resistenten Krankheitserregern ist zudem, dass sie unter Stress in eine Art „Schlafzustand“ fallen, das heißt, sie wachsen zwar nicht auf Nährmedien, sind aber dennoch pathogen. In diesem Zustand lassen sich die Keime nicht mithilfe standardisierter Nachweisverfahren detektieren. Daher sind spezielle genetische Methoden erforderlich, um lebende, aber gegebenenfalls „schlafende“, von toten Bakterien zu unterscheiden.

Risikomanagement

Das Ziel des Arbeitspakets „Risikomanagement“ besteht darin, neue emittentenbezogene Maßnahmen zur Reduktion des Eintrages organischer Spurenstoffe und Krankheitserreger in die aquatische Umwelt zu entwickeln und bewerten. Wichtig ist dabei, die prozessbedingte Bildung ökotoxikologisch relevanter Transformationsprodukte im Rahmen der Trink- und Abwasserbehandlung zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Im Zusammenhang mit der Untersuchung innovativer, nachgeschalteter bzw. teilintegrierter Verfahrenskombinationen richtet sich das Augenmerk auch auf die chemische Oxidation biologisch behandelten Abwassers mittels Ozon. Die technischen Ansätze beinhalten Kombinationen mit MBR-Technologie, Biofiltern und Aktivkohlefiltern.


Um Spurenstoffe möglichst effizient zu eliminieren, steht die Optimierung der unterschiedlichen Verfahrensparameter, wie zum Beispiel Ozonkonzentration und Rücklaufverhältnis, unter prozesstechnischen und wirtschaftlichen Ge-


sichtspunkten im Mittelpunkt. Als Ergebnis sollen geeignete verfahrenstechnische Kenngrößen beschrieben werden, die eine Übertragung des Verfahrenskonzepts auf den großtechnischen Maßstab der Kläranlage Ulm-Steinhäule zulassen. Im Donauried sind auf verschiedenen Kläranlagen Demonstrationsversuche geplant.

Ein weiterer Ansatz des Arbeitspakets basiert auf Bakterien, die zur Eisenatmung befähigt sind. Eisenbakterien verstoffwechseln Huminsäuren und andere komplexe Moleküle. Bestimmte Medikamente wie das Kopfschmerzmittel Phenazon, das Antiepileptikum Carbamazepin und das Analgetikum Diclofenac können beispielsweise durch Eisenbakterien abgebaut werden. Bislang ist nicht klar, ob es sich um einen vollständigen Abbau oder eine Transformation handelt. Hierzu sind begleitende mikrobiologische Untersuchungen an Labor- und Pilotanlagen mit Festbettreaktoren und Belebungsanlagen mit in situ angereicherten Bakterien vorgesehen. Ziel ist es, auf die Integration der Prozesse der Eisenoxidation in bestehenden Kläranlagen hinzu-

Wasser- und Abwasserreinigung:	Rührwerke	Rühr- und Begasungssysteme	Membran-Belüftungssysteme	Softwareprodukte	Systemlösungen
--------------------------------	-----------	----------------------------	---------------------------	------------------	----------------

Ausgewählte Referenzen:
 Berlin - Stahnsdorf (DE), Berlin - Schönerlinde (DE), Zürich (CH), Linz (AT), Wien (AT), Maastricht (NL), Apeldoorn (NL), Amsterdam (NL), Stockholm (SE), Barcelona (ES), Kuwait (KW), New York - Bowery Bay (US), New York - Wards Island (US), Washington D.C. - DC Wasa (US), Yokohama (JP), Melbourne (AU)...





HYPERCLASSIC® Mixer - Das ultimative Rührwerk

Von Leonardo da Vinci erbt das **INVENT** Hyperboloid-Rührwerk das Streben nach Vollendung in Form, Funktion und Effizienz wie auch seinen innovativen Geist: er ist die Triebfeder, die uns unsere Ziele stets höher stecken lässt und ist der Motor für kontinuierliche Verbesserung.

Fordern Sie unser Infopaket an.

i n n o v a t i o n f o r n a t u r e

invent®
umwelt und verfahrenstechnik

INVENT Umwelt- und Verfahrenstechnik AG • Am Pestalozziring 21
 91058 Erlangen • Fon 0 91 31 / 6 90 98-0 • Fax 0 91 31 / 6 90 98-99 • Http://www.invent-uv.de

www.hyperboloidmixer.com

arbeiten. Durch die Dosierung von Eisen und Mangan ist es möglich, Eisenbakterien anzureichern. Das eingesetzte Eisen und Mangan kann schließlich wieder zurückgewonnen werden. Zwei verschiedene Reaktortypen, ein Festbettreaktor und eine Belebungsanlage mit intermittierender Belüftung, stehen im Mittelpunkt der Untersuchungen.

Risikokommunikation

Bildungs- und Kommunikationsfragen werden im Arbeitspaket „Risikokommunikation“ integrativ und projektbegleitend betrachtet, um die berufliche Bildung, die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung und die daraus resultierenden Verhaltenskonsequenzen als Faktoren einer nachhaltigen Problemlösung einbeziehen zu können. Wesentliche Voraussetzung ist es, ein zielgruppenspezifisches Social-Marketing-Konzept zu entwickeln. Zunächst sollen ausgewählte Zielgruppen für die Thematik sensibilisiert werden, ohne dabei zu dramatisieren. Die Vermittlung des Wissens über

die Zusammenhänge von anthropogenen Spurenstoffen und ihren Umweltwirkungen erfolgt in der zielgruppenspezifischen Sprache. Das Wissen trägt dazu bei, die Handlungsweise der betroffenen Personengruppen zu verändern. Um die Botschaft erfolgreich zu transportieren, ist eine kreative Leitidee mit zum Beispiel humorvollen Illustrationen nützlich. Sie muss intuitiv verständlich und prägnant formuliert sein.

Zur Analyse der Risikowahrnehmung sind zunächst in Kooperation mit einem regionalen Marktforschungsinstitut qualitative Erhebungen im Rahmen von Fokusgruppen in der Modellregion Donauried vorgesehen. Die unterschiedlichen Lebensstile und Milieus sind hierbei zu berücksichtigen. Auf Basis der Zielgruppenanalyse wird schließlich ein Kommunikationskonzept erarbeitet.

Neben den interessierten Bürgern ist es wichtig, auch das Fachpersonal im Hinblick auf mögliche Risiken durch Spurenstoffe und Konsequenzen für das technische Verfahren der Abwasserreinigung zu sensibilisieren.

In Bildungsmaßnahmen für das Fachpersonal gilt es, Kenntnisse über Schadstoffe und deren Vermeidung bzw. Minimierung zu vermitteln. Auch konkrete Inhalte zu Technologien der (Ab-) Wasseraufbereitung sollen transportiert werden. Das Ziel besteht darin, die Kompetenz des Fachpersonals im technischen Umweltschutz auf Basis der Projektergebnisse zu fundieren. Zu diesem Zweck wird ein Konzept zur zielgruppenspezifischen Bildungsgestaltung für neu entstehende Arbeitsanforderungen entwickelt.

Eine andere Ebene betrifft die Lehrenden in der Berufs- und Allgemeinbildung. Wenn Lehrer fähig sind, das Thema der anthropogenen Spurenstoffe im Unterricht zu vermitteln, kann so ein zusätzlicher Multiplikationseffekt erzielt werden. In erster Linie sind hier die Berufsschullehrer in den Bereichen Umweltschutz und -technik gemeint. Aber auch bei Lehramtsstudenten der Fächer Biologie, Chemie und Ökologie soll die Thematik im Rahmen der Ausbildung aufgegriffen werden. Dazu ist geplant, Lehr- und Lernmaterialien für die genannten Zielgruppen auf Basis des Konzepts für zielgruppenspezifische Kommunikationsmaßnahmen zu erstellen.

Auf der Grundlage der Bildungs- und Kommunikationskonzepte werden die Projektergebnisse der Fachwelt bekanntgemacht und allgemeinverständlich für die Bürger aufbereitet.

Dank

Ein besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die finanzielle Förderung des Projektes *TransRisk*.

Kontakt

Priv.-Doz. Dr. Thomas Ternes
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Maizer Tor 1, 56068 Koblenz
Tel. (0261) 1306-5560
E-Mail: Ternes@bafg.de

Weitere Informationen zu *TransRisk* und die Kontaktadressen der Ansprechpartner der Teilprojekte finden sich auf der Projekt-Homepage, die ab dem 30. April 2012 freigeschaltet sein wird:

www.transrisk-projekt.de



Servicezeiten der DWA

- **Kundenzentrum**

Tel.: 02242 872-333 . Fax: 02242 872-100
Mo.-Do. 8:00 - 16:30 Uhr
Fr. 8:00 - 15:00 Uhr
E-Mail: info@dwa.de

- **Fachauskünfte**

Tel.: 02242 872-132 . Fax: 02242 872-135
Mo.-Fr. 9:00 - 12:00 Uhr
E-Mail: infostelle@dwa.de

- **TSM-Stelle**

Tel.: 02242 872-202 . Fax: 02242 872-135
Mo.-Do. 9:00 - 15:30 Uhr
Fr. 9:00 - 12:00 Uhr
E-Mail: tsm@dwa.de

- **Bildungsfragen**

Tel.: 02242 872-222 . Fax: 02242 872-135
Mo.-Do. 9:00 - 16:30 Uhr
Fr. 9:00 - 14:00 Uhr
E-Mail: bildung@dwa.de

