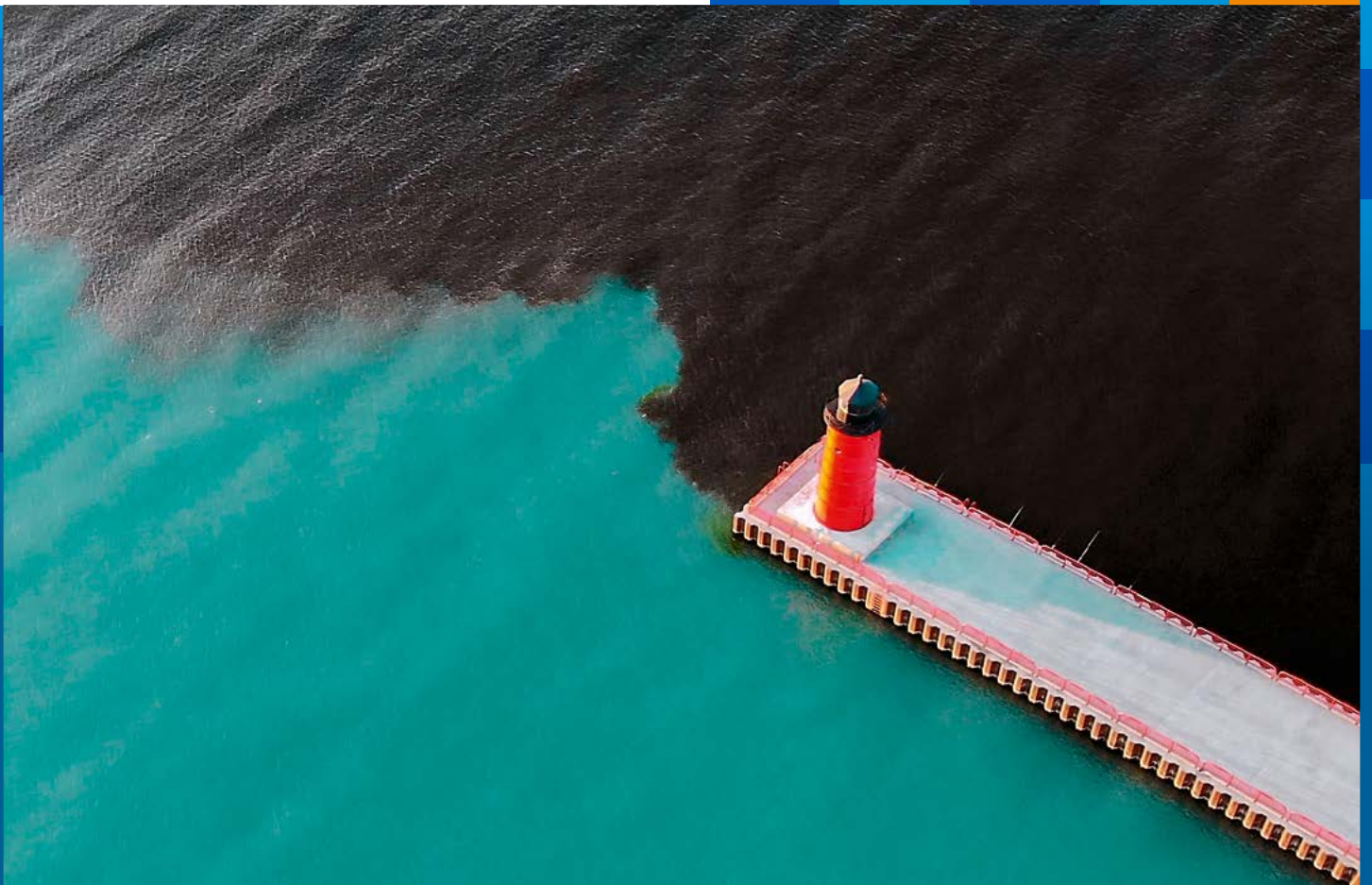


Nachrichten aus dem
IWW Zentrum Wasser

 **IWW**
JOURNAL

Dezember 2018 | Ausgabe 49

Risikobewertung von Spurenstoffen



Aktuelle Fachbeiträge

Suspect-Screening in der Matrix Wasser, erste Schritte zur Identifizierung von unbekannt organischen Spurenstoffen unter Einbeziehung toxikologischer Untersuchungen

Non-Target-, Suspect- und Target-Screening sind zu ... [Seite 8](#)

Persistente, mobile, toxische (PMT) Stoffe in der Umwelt: Der neue Bewertungsansatz des Umweltbundesamtes (UBA) zum Schutz des Trinkwassers

Hintergrund: In Deutschland wird Rohwasser, das zur Trinkwasserherstellung ... [Seite 10](#)

Chinesisch-Deutsches Wasser-Netzwerk – Sauberes Wasser von der Quelle bis zum Verbraucher

China erlebt eine rasante industrielle und wirtschaftliche Entwicklung, was mit einem zunehmenden Bedarf an ... [Seite 12](#)

Beispiele hygienischer Probleme in Trinkwassernetzen und deren Ursachen

Mikrobiologische Probleme in Trinkwassernetzen in Deutschland sind generell eher die Ausnahme, weil die Netze regelkonform betrieben werden ... [Seite 14](#)

Liebe Leserinnen und Leser,

Letzte Ausgaben des IWW-Journals stehen Ihnen online in unserem Downloadbereich zur Verfügung.



die moderne Wasseranalytik findet mittlerweile fast jeden von uns Menschen gemachten Stoff im Wasserkreislauf, zuzüglich deren Teilabbauprodukte. Bislang war es die gezielte Suche nach bekannten Substanzen (targets), zunehmend kann auch nach wahrscheinlichen (suspects) und unbekanntem (non-targets) Kontaminanten im Konzentrationsbereich von Nanogramm pro Liter gesucht werden.

Dieses Screening wird zunehmend wichtiger im vorsorgenden Risikomanagement eines Wasserversorgers oder einer Überwachungsbehörde, und in einem IWW-Projekt wurden verschiedene Rohwässer mit hoch auflösenden massenspektrometrischen Verfahren untersucht. Aber wie relevant sind diese Befunde

zur Bewertung der Trinkwassersicherheit? Die Kopplung von analytischen und toxikologischen Messverfahren und die Bewertungskriterien für Einzelstoffe nach dem PMT-Konzept (persistente, mobile und toxische Stoffe) sind Thema zweier Fachartikel im aktuellen Journal.

Die richtige Einschätzung der Belastungsrisiken ist die Grundlage für das RAP-Konzept der Trinkwasserüberwachung – hierzu haben wir mit dem Umweltbundesamt ein Interview zu den Erfahrungen nach einem Jahr der Praxisanwendung geführt. Wir berichten über den Rückhalt von Spurenstoffen durch innovative Sickerwasserbehandlung und in Kläranlagen, und haben Kosten einer europaweiten Umsetzung erweiterter Klärtechnik berechnet.

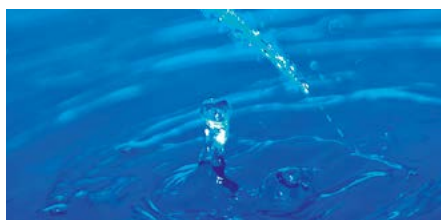
Bei aller berechtigten Sorge vor chemischen Belastungen besteht immer sofortiger Handlungsbedarf bei hygienischer Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität. Wir haben daher unsere Erfahrungen aus dem Betrieb von Trinkwassernetzen in diesem Sommer zusammengestellt.

Eine interessante Lektüre wünschen Ihnen

Dr. Wolf Merkel

Lothar Schüller

Inhaltsverzeichnis



5 4. Hannover Fachtagung – Wasserversorgung in Niedersachsen



6 Organische Spurenstoffe aus kommunalen Kläranlagen



7 Eine flächendeckende 4. Reinigungsstufe in Europa würde viel Geld kosten

Aktuelles & Nachrichten

- 3 Anlagenmanagement und Digitalisierung – IWW mit TOP-Themen auf der wat in Berlin
- 3 IWW startet zwei neue ZIM – Kooperationsprojekte
- 3 Evaluation des IWW durch die Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft
- 3 WissensNacht Ruhr 2018 mit IWW-Beteiligung

- 4 Die risikobewertungsbasierte Anpassung der Probennahmeplanung für Trinkwasserversorgungsanlagen wird ein Jahr alt
- 5 Biofilter zur Dränwasseraufbereitung in Gartenbaubetrieben
- 5 4. Hannover Fachtagung – Wasserversorgung in Niedersachsen – heute für die Zukunft planen
- 6 Organische Spurenstoffe aus kommunalen Kläranlagen

- 6 Quantifizierung von Genschädigung in Bakterien
- 7 IWW Wasserökonom haben es ausgerechnet: Das würde eine flächendeckende 4. Reinigungsstufe in Europa tatsächlich kosten
- 8 **Fachbeiträge**
- 16 **Personalia**

Anlagenmanagement und Digitalisierung – IWW mit TOP-Themen auf der wat in Berlin

IWW war mit hochaktuellen Themen auf der diesjährigen wat in Berlin (23.–25.10.2018) vertreten. Das technische Anlagenmanagement im Kontext der Digitalisierung entwickelt sich zu einem Schlüsselthema der Wasserversorgung. Auf der wat-Konferenz stellte Dr. Wolf Merkel in einer gut besuchten

Session zur Digitalisierung die Ergebnisse des im Bereich Wasserökonomie & Management aktuell erarbeiteten Reifegradmodells für die Digitalisierung der Wasserversorgung vor. Im Rahmen des neuen wat-Dialogforums – in einem gemeinsamen Vortragsblock mit dem TZW – stellten die IWW-Kollegen Maxim

Juschak und Peter Lévai außerdem die ersten Zwischenergebnisse aus einem laufenden DVGW-Projekt zum Technischen Anlagenmanagement vor.

Andreas Hein & Dr. Wolf Merkel

IWW startet zwei neue ZIM – Kooperationsprojekte

Seit September forscht Floc-Mem an der Entwicklung eines angepassten Flockungsmittels/-prozesses für die Anwendung in einem Multi-Purpose-Prozess mit Membranfiltration. Projektziel ist die Weiterentwicklung des Hybridverfahrens Flockung/

Ultrafiltrationsmembran zur Wasseraufbereitung. Ein weiteres ZIM-Projekt (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) mit IWW-Beteiligung hat den Titel „Entwicklung eines Automaten zur diskriminierungsfreien Aufkonzentrierung von Wasserproben mit-

tels der Mikrowellentechnik (dAWaMi)“. Im Rahmen der organischen Spurenanalytik soll das System zur Effizienzsteigerung beitragen.

Marcel Koti & Dr. Peter Balsaa

Evaluation des IWW durch die Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft

Seit 2014 ist IWW Mitglied in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) des Landes NRW. Dies ist Ausdruck einer besonderen Wertschätzung des Landes für die Themen und Qualität der durch IWW geleisteten wissenschaftlichen Arbeit. Die Qualität der Arbeit und damit die Kriterien für die

Mitgliedschaft in der JRF werden im Fünf-Jahres-Turnus evaluiert. Für IWW fand dies erstmalig im November 2018 statt. Über zwei Tage hinweg konnten wir strategische Ausrichtung, Arbeitsweise und Ergebnisse des IWW dem Gutachtergremium präsentieren. Der Evaluationsbericht wird voraussichtlich

zum Jahresende vorliegen. Wir erhoffen uns daraus auch wertvolle Anregungen zur weiteren Verbesserung unserer Arbeit.

Dr. David Schwesig

WissensNacht Ruhr 2018 mit IWW-Beteiligung



Am Freitag, den 28.9. verwandelte sich das Ruhrgebiet in ein riesiges Forschungslabor. Die WissensNacht Ruhr 2018 lud zu spannenden Live-Experimenten, Mitmach-Aktionen, Workshops und Diskussionen ein. Einer der diesjährigen Teilnehmer war das IWW Zentrum Wasser. Am Standort der Mülheimer Hochschule Ruhr West boten IWW-Mitarbeiter Mitmach-Stationen an, eine zur Wassereinigung und eine mit verschiedenen, kleinen Experimenten. Mit großer Begeisterung lernten die vielen Besucher spielerisch etwas über die Eigenschaften von Wasser und wie die Wasseraufbereitung funktioniert.

Lisa Zimmermann

Foto: PR-Fotografie Köhring

Interview mit Bettina Rickert vom Umweltbundesamt

Die risikobewertungsbasierte Anpassung der Probennahmeplanung für Trinkwasserversorgungsanlagen (RAP) wird ein Jahr alt – Wo stehen wir nach einem Jahr und wie geht es weiter?

Das Risikomanagement in der Wasserversorgung hält erfreulicherweise immer mehr Einzug in die Branche und nun ist auch seit fast einem Jahr die RAP als ein wichtiger Baustein in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verankert. Fast zeitgleich sind Anfang 2018 die Leitlinien des Umweltbundesamtes im Bundesgesundheitsblatt erschienen.

Kaum jemand sonst war so intensiv und engagiert an den Regelungen und deren Vorbereitung beteiligt wie Bettina Rickert vom Umweltbundesamt (UBA). Sie leitet dort das WHO-Kooperationszentrum für Forschung auf dem Gebiet der Trinkwasserhygiene, zu dessen Schwerpunkten es seit langem gehört, das von der Weltgesundheitsorganisation empfohlene Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung international und in Deutschland voranzubringen. Daher haben wir sie nach ihrer ganz persönlichen Meinung dazu und nach einem ersten Resümee gefragt.

IWW: Frau Rickert, wie beurteilen Sie die Einführung der RAP aus Ihrer Sicht? Haben sich Ihre Ziele und die Motivation zu diesem Ansatz rein qualitativ umsetzen lassen?

Nachdem ich schon seit langem an dem Thema Risikobewertung und Risikomanagement in Trinkwasserversorgungen arbeite freue ich mich natürlich sehr, dass die RAP in der Trinkwasserverordnung verankert wurde. Die Risikobewertung ist ein Kernstück sowohl der RAP als auch des umfassenden Water Safety Plan Ansatzes der WHO zum Risikomanagement, bei dessen Umsetzung sich häufig zeigt, dass viele Elemente dieses Ansatzes in den Versorgungen bereits umgesetzt werden. Die formelle Risikobewertung ist jedoch meist neu und bringt viele Vorteile mit sich, wie beispielsweise auf Seiten der Wasserversorger ein vertieftes System- und Prozessverständnis, die Identifizierung von möglichen Schwachstellen, sowie eine verbesserte Kenntnis des technischen Regelwerks. Davon profitieren auch die Gesundheitsämter im Rahmen der Überwachung der Anlagen.

IWW: Sind die vorhandenen Leitlinien ausreichend und ausgereift, oder sehen Sie noch

weiteren Bedarf für eine Unterstützung der Wasserversorger und/oder der Behörden, die eine RAP ja genehmigen müssen?

Schon 2014 hat das UBA gemeinsam mit dem Technologiezentrum Wasser (TZW) ein Handbuch zur Umsetzung von WSP in kleinen Wasserversorgungen veröffentlicht, das mit praktischen Erläuterungen, Ratschlägen und Beispielen die Umsetzung unterstützt. Die Arbeits- und Dokumentationshilfen des Handbuchs können auf der Seite des UBA auch als bearbeitbare Dateien heruntergeladen werden. Die Leitlinien fördern ein einheitliches Vorgehen bei der Umsetzung der RAP. Um die Umsetzung weiter zu befördern, entwickelt das UBA in Abstimmung mit den Bundesländern, Hygieneinspektoren, Verbänden und weiteren Beteiligten wie dem IWW umfangreiche Schulungsmaterialien, die nach Fertigstellung für Schulungen zur Verfügung gestellt werden. Um Ihre Frage zu beantworten: Das UBA unterstützt die Leitlinien mit weiteren umfangreichen Materialien für die Praxis, insbesondere für Wasserversorger und Gesundheitsämter.



Bettina Rickert
Dipl.-Ing. Umweltingenieurwesen und Verfahrenstechnik

Leiterin WHO-Kooperationszentrum für Forschung auf dem Gebiet der Trinkwasserhygiene im Umweltbundesamt

IWW: Können Sie eine subjektive Abschätzung der Erfolgsaussichten des Konzepts geben und haben Sie bereits Feedback aus der Branche erhalten?

Die RAP wurde zunächst als Option eingeführt, und da bestehende Genehmigungen zur Verringerung der Untersuchungen bis Ende 2018 Bestand haben, stehen wir noch am Anfang der Umsetzung. Bisher wurde noch nicht umfassend erfasst, in welchem Ausmaß dieser neue Ansatz umgesetzt wird, aber einzelne Rückmeldungen zeigen, dass durchaus Interesse in der Branche besteht. In Pilotprojekten zum Risikomanagement hat sich bisher sehr schnell gezeigt, welche Vorteile in der Umsetzung liegen, egal ob bei großen oder kleinen Wasserversorgern, so dass ich denke, dass auch die RAP gute Erfolgsaussichten hat.

IWW: Wie würden Sie den weiteren Weg der RAP vor dem Hintergrund einer verbindlichen Einführung des Risikoansatzes in der Wasserversorgung sehen? Die EU plant ja sehr konkrete Maßnahmen diesbezüglich.

Die Erfahrungen haben Vorteile eines Risikomanagements in der Trinkwasserversorgung eindeutig belegt – so wurde beispielsweise für Island gezeigt, dass die Bevölkerung, die ihr Trinkwasser aus einer Versorgung mit WSP erhält, 14 % weniger Durchfallerkrankungen zu verzeichnen hat, und dass WSP zu einer messbaren Reduzierung von Grenzwertüberschreitungen führten. Auch in Deutschland sind bei Pilotprojekten die Vorzüge deutlich geworden: ein solcher Ansatz ist absolut sinnvoll, um mit der Risikobewertung eine Argumentation für zielgerichtete Maßnahmen zur Reduzierung der identifizierten Risiken zu entwickeln. Und auch im Rahmen einer RAP könnte eine Reduzierung der Risiken zu einer Verringerung des Untersuchungsaufwands führen. Somit gehe ich davon aus, dass auch eine zukünftige Stärkung von RAP und Risikomanagement in Deutschland eine begrüßenswerte Entwicklung ist.

Das Interview führte Dr. Ulrich Borchers

Biofilter zur Dränwasseraufbereitung in Gartenbaubetrieben



Abb. 1: Pflanzbeet der Anlage

In zwei Untersuchungsvorhaben in den Jahren 2011–2017 untersuchte das IWW gemeinsam mit der Wasserschutzkooperation Kevelaer-Keylaer und mit finanzieller Unterstützung durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW), wie die Schadstofffrachten (v. a. Nitrat und Pflanzenschutzmittelrückstände) in von gartenbaulich genutzten Flächen abfließenden Dränwässern vor ihrer Einleitung in Oberflächen- oder Grundwasser reduziert werden können.

Das von der Versuchsfläche (ca. 1 ha zur Produktion von *Calluna vulgaris*) abfließende Dränwasser wurde ursprünglich in eine als einfache Sickermulde ausgebaute Grube geleitet.

Diese Grube wurde nach einem Konzept der Landwirtschaftskammer NRW – Versuchs-

zentrum Gartenbau Straelen/Auweiler – zu einem Mehrkammersystem aus Vorlaufschacht – Vorlagespeicher – Biobed (gefüllt mit einem organischen Substrat aus Stroh, Holzhackschnitzeln und Weißtorf) – Pflanzbeet (Abb. 1) umgebaut.

Insgesamt konnte durch die Untersuchungen gezeigt werden, dass durch eine derartige Anlage die in Dränwässern enthaltenen Schadstofffrachten und damit auch die Risiken einer Gewässerbelastung in erheblichem Umfang reduziert wurden. So konnten die Nitratkonzentrationen der Dränwässer nach Durchfluss durch das Biobed auf mittlere Konzentrationen von <50 mg/l gesenkt werden. Die ebenfalls in teilweise hohen Konzentrationen im Dränwasser vorhandenen PSM-Rückstände konnten im Biobed bei der weit überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Wirkstoffe um ca. 80–98 % auf mittlere Konzentrationen von < 1 µg/l reduziert werden (Abb. 2, mit Ausnahme des Wirkstoffes Metribuzin). Weiterhin wurden wesentliche Maßzahlen zum Bau und Betrieb praxisrelevanter Anlagen entwickelt.

In einer – wiederum durch das MULNV NRW geförderten – Ende 2018 startenden 3. Projektphase wird die Versuchsanlage nun nach entsprechendem Umbau innerhalb von ca. zwei Jahren in einen realen Praxisbetrieb überführt, um die bisher erarbeiteten Erkenntnisse zu ihrer Leistungsfähigkeit zu verifizieren, bzw. zum Ausbau und Betrieb zu präzisieren.

Projektbegleitend wird ein Leitfaden erstellt, welcher sowohl für Anlagenbetreiber als auch für den behördlichen Vollzug als Arbeitshilfe zum Bau und Betrieb entsprechender Anlagen dienen soll.

Dr. Reinhard Fohrmann

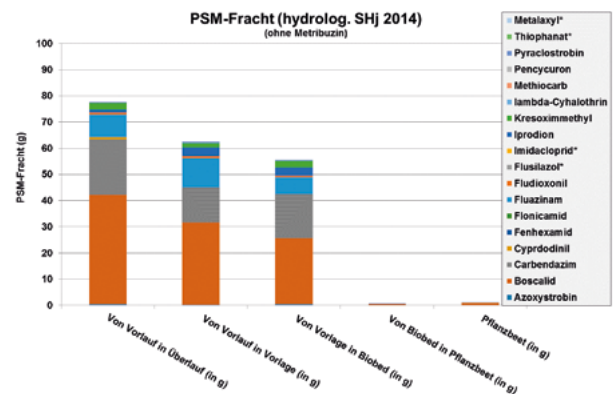


Abb. 2: Entwicklung der mittleren PSM-Fracht im Durchfluss durch die Anlage im hydrologischen Sommerhalbjahr 2014 (ohne Metribuzin)

4. Hannover Fachtagung – Wasserversorgung in Niedersachsen – heute für die Zukunft planen



Quelle: WVT/Fotoatelier Schmidt

Das Jahr 2018 mit seinen langen Trockenperioden hat gezeigt, dass die Wasserversorgungskonzepte zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit für die Zukunft betrachten muss. So können externe Einflussfaktoren wie Klimawandel, Bevölkerungsentwicklung, Struktur- und Wirtschaftswandel, landwirtschaftliche Entwicklung und Beregnung

Einfluss auf Rohwasserqualität und regionale Wasserkonkurrenz haben.

Was kann ein landesweites Wasserversorgungskonzept leisten?

Unter dem Motto „Wasserversorgung in Niedersachsen – heute für die Zukunft planen“ laden das IWW Zentrum Wasser und der Wasserverbandstag e. V. Sie herzlich zur 4. Hannover Fachtagung am 20. Februar 2019 ein. Betrachtet werden wichtige Teilgebiete, wie regionale Versorgungsfragen und identifizierte und erwartete Engpässe bezogen auf nachhaltig ausreichende Wassermengen und gesicherte Wassergüte. Außerdem werden innovative Ansätze aus Niedersachsen, Hessen, Österreich und Luxemburg vorgestellt.

Die Fachtagung bringt aktuelles und praxisrelevantes Wissen zusammen – Wasserwirtschaftler, Wasserversorger und Forschungsinstitute berichten vom aktuellen Stand und ihren Erfahrungen in der praktischen Entwicklung von Zukunftskonzepten. Die Konferenz stellt sich der Diskussion mit den Teilnehmern, um notwendigen Handlungsbedarf in die laufenden Arbeiten der Wasserversorgungskonzepte einzubringen.

Janine Rosen

Programm & Anmeldung: iww-online.de/hft4 oder persönlich bei: Janine Rosen, Tel. 0208 40303-378, Email: j.rosen@iww-online.de

Organische Spurenstoffe aus kommunalen Kläranlagen



Viele organische Chemikalien mit hohem Wirkpotenzial (z. B. Arzneimittel, Haushalts-/Industriechemikalien, Pestizide für Haus und Hof) gelangen nach Nutzung oder bei falscher Entsorgung mit dem Abwasser in die kommunalen Kläranlagen. Hier wird aber hauptsächlich für biologisch gut abbaubare Stoffe eine Minderung erzielt. Kläranlagen wirken daher als Punktquellen mit beachtlichen Frachten längs der Flussläufe. Ergänzt

durch diffuse Einträge an Mikroschadstoffen (z. B. aus Verkehr, Landwirtschaft) ergeben sich für Wasserkörper charakteristische Belastungsprofile, die oft ökotoxikologische Relevanz und auch Konsequenzen für die Trinkwasseraufbereitung haben.

Veranlasst durch die Wasserrahmenrichtlinie haben mehrere Bundesländer und Nachbarstaaten ihr Gewässermonitoring intensiviert, von Kläranlagen Machbarkeitsstudien zur Mikroschadstoffelimination eingefordert, Modellprojekte und Ausbau von Klärwerken gefördert sowie Kompetenzzentren zur Unterstützung der Prozesse gegründet. Für kommunale Kläranlagen haben sich bislang Varianten zweier Technologien als effektiv, wirtschaftlich und praxisrobust erwiesen: die Adsorption der Mikroschadstoffe an Aktivkohle oder ihre Oxidation mittels Ozonung. In NRW wurden bislang elf derartige Anlagen in Betrieb genommen, weitere 19 sind in Planung oder im Bau. Einige hat IWW mit

Analytik, pilot- oder großtechnischen Tests sowie bei Planung und Bau und durch die Arbeit im Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW begleitet.

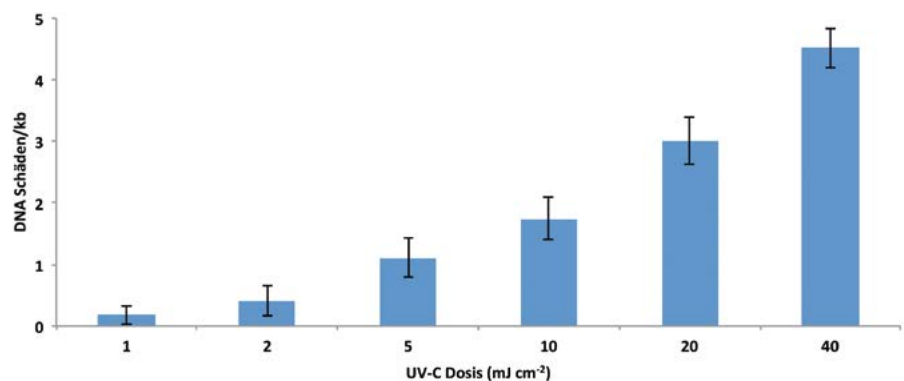
Modellrechnungen für Flüsse, wie die zur Belastung der Erft mit ökotoxikologisch wirksamem Diclofenac (Erftverband), zeigen aber, dass der Ausbau kommunaler Kläranlagen alleine nicht ausreichen wird, um geforderte Umweltqualitätsnormen zu erreichen. Vielmehr bedarf es ganzheitlicher Konzepte (Multibarrierenkonzept), in denen Vermeidungsstrategien für Stoffeinträge ins Abwasser etabliert werden, die sich ab Produktion über den Gebrauch (Projekt Essen macht's klar: machts-klar.de/was-wir-machen/) bis zur richtigen Entsorgung in den Haushalten (Projekt Merk'mal: merkmal-ruhr.de/) erstrecken, ggf. inklusive der Substituierung sehr kritischer Stoffe.

Dr. Andreas Nahrstedt

Quantifizierung von Genschädigung in Bakterien

Genschäden in Bakterien können sowohl durch ultraviolette (UV) Strahlung als auch durch toxische Substanzen hervorgerufen werden. Schädigungen, die die bakterielle Vitalität so stark beeinträchtigen, dass sie ihre Kultivierbarkeit verlieren, sind dabei nur über kultivierungsunabhängige Verfahren zu erfassen. Eine der Methoden, die Genschäden quantifizieren kann, ist die Polymerasekettenreaktion (engl. polymerase chain reaction, PCR). Die Abteilung Angewandte Mikrobiologie am IWW hat eine in der medizinischen Diagnostik entwickelte PCR-Methode an mikrobiologische Fragestellungen angepasst. Statt die toxische Wirkung von Chemotherapie quantitativ zu erfassen, kann so die genotoxische Wirkung von UV Strahlung oder chemischen Agentien erfasst werden.

Die neue Methode wurde erfolgreich angewandt auf die Quantifizierung von genotoxischen Effekten bei dem Fäkalbakterium *Escherichia coli* entlang eines UV-C Dosisgradienten (Abbildung). Die graduelle Akkumulation von Genschäden ging einher mit einem kompletten Verlust der Kultivierbarkeit bei einer Dosis von 20 mJ cm⁻².



DNA-Schäden pro kb (Kilobase) DNA von E. coli, die sich bei verschiedenen UV-C Dosiswerten im Erbmateriale akkumulieren. Angelehnt an Nocker et al. 2018

Auch reale UV-Reaktoren zur Desinfektion von Trinkwasser in Wasserwerken wurden mittels dieser Methode untersucht. Auf der Basis von Wasserproben von ca. 5 l vor und nach dem UV-Reaktor konnten so verschiedene Systeme verglichen werden. Die große Mehrheit der nach UV-Behandlung amplifizierbaren Sequenzen stammte dabei von Aktinobakterien, die auch in alpinen Bergseen mit wenig Trübung und intensiver UV-Einstrahlung stark vertreten sind und eine hohe UV-Toleranz aufweisen. Der Effekt

der UV-Bestrahlung auf die mikrobiologische Zusammensetzung war jedoch nur transient, da die vor UV-Bestrahlung gegebene Populationsstruktur bereits 12–24 Stunden nach der UV-Behandlung im Trinkwasserverteilungssystem wiederhergestellt war. Die Methode wird am IWW momentan überprüft auf ihre Anwendbarkeit auf andere wasserrelevante Behandlungen (z. B. Chlorung) mit genotoxischen Effekten.

Dr. Andreas Nocker

IWW Wasserökonomen haben es ausgerechnet: Das würde eine flächendeckende 4. Reinigungsstufe in Europa tatsächlich kosten



Auf EU-Ebene sind seit 2016 Verschärfungen in den Qualitätsanforderungen der EU-Trinkwasserrichtlinie in der Diskussion. Insbesondere könnte die Liste prioritärer, abwasserbürtiger Stoffe erweitert werden, was politische Forderungen nach einer Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser stärken könnte.

In diesem Kontext hat IWW ein Gutachten im Auftrag des BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. erstellt, das zu erwartende Kosten für eine flächendeckende Ausstattung von Kläranlagen mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. Reinigungsstufe) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Randbedingungen ermittelt. Die Hochrechnung der Wasserökonomen von IWW betrachtet ausschließlich den Ausbau von Kläranlagen in allen betrachteten Ländern ab einer Größe von 5.000 Einwohnerwerten (GK3 bis GK5). Sie erfolgte auf Basis vorangegangener Studien, Berichtsdaten der EEA, die in Zusammenarbeit mit dem FiW an der RWTH Aachen erarbeitet wurden sowie statistischer Werte von EUROSTAT.

Die Hochrechnung erfolgte Szenarien-basiert für drei unterschiedliche Technologien (Ozonung, Einsatz granulierter Aktivkohle, Einsatz von Pulveraktivkohle) und unter Berücksichtigung des heutigen Anschlussgrads sowie eines simulierten Anschlussgrads von mind. 85 % aller betrachteten 30 Länder (EU-Länder zzgl. Norwegen und Schweiz). Die Studie

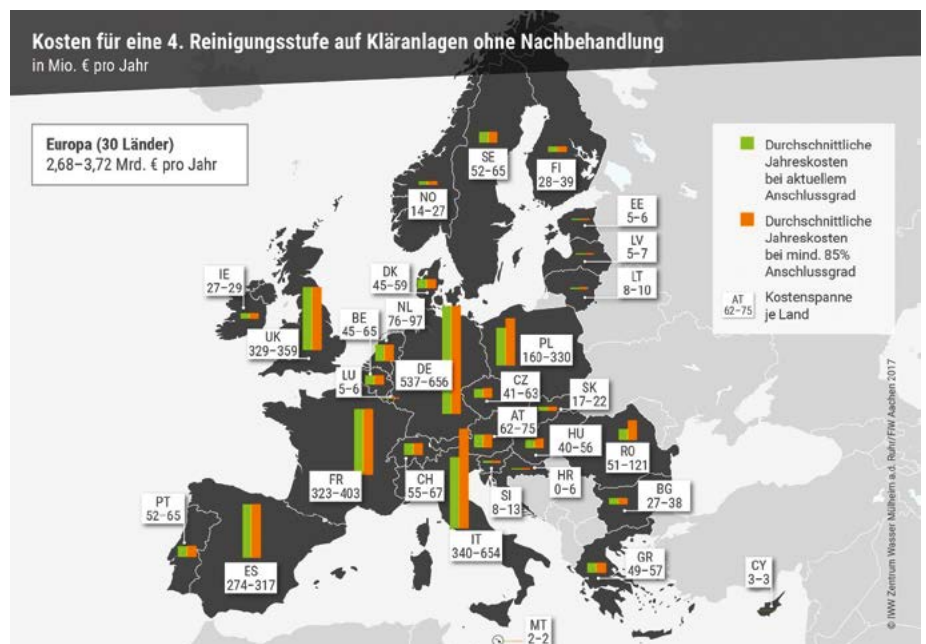
zeigt, dass die Umsetzung einer flächendeckenden 4. Reinigungsstufe in den 28 EU-Ländern zzgl. Norwegen und Schweiz über alle Länder zusammengefasst jährliche Kosten in einer Größenordnung von mindestens 2,7 bis 3,7 Mrd. Euro verursachen würde. Für Deutschland muss für den flächendeckenden Ausbau einer weitergehenden Behandlungsstufe mit jährlichen Mehrkosten in Höhe von mindestens 537 bis 656 Mio. Euro gerechnet werden. Nicht enthalten sind hier evtl. erforderliche Schritte der Nachbehandlung. Über eine anlagentypische Lebensdauer von 30 Jahren gerechnet, ergibt sich hieraus ein Gesamtrefinanzierungsbedarf in Höhe von bis

zu dreistelligen Milliardenbeträgen. Weitere nicht quantifizierbare Faktoren führen dazu, dass dieser Wert als eine Untergrenze zu interpretieren ist.

Der flächendeckende Ausbau von Kläranlagen ist eine intensiv diskutierte, technische Lösung zur Einhaltung von Qualitätszielen. Neben dieser technischen Lösung existieren weitere alternative und ergänzende Maßnahmen, die für eine Gesamtstrategie zur Vermeidung des Eintrags von Spurenstoffen in die Umwelt im Rahmen vorbeugender Maßnahmen und Vermeidungs- und Substitutionsstrategien beitragen können. Diese sollten immer Bestandteil einer ganzheitlichen Lösung mit spezifischen lokalen Faktoren sein und bei jeder Ausbauforderung auf ihre Wirksamkeit hin untersucht werden. Entsprechende Variantenstudien in Bezug auf ein geeignetes Kosten-Nutzen- oder Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis auf lokaler Ebene können mit Vorliegen geeigneter Daten die Entscheidung für das „bestmögliche“ Maßnahmenset unterstützen. Hierbei spielen technische, ökologische, ökonomische und soziale Argumente eine wichtige Rolle.

Die Ergebnisse der IWW-Studie sollen durch den BDEW auch der Europäischen Kommission berichtet werden.

Andreas Hein



Suspect-Screening in der Matrix Wasser, erste Schritte zur Identifizierung von unbekannt organischen Spurenstoffen unter Einbeziehung toxikologischer Untersuchungen

Vanessa Hinnenkamp, Dr. Anne Gottschlich & Dr. Peter Balsaa

Non-Target-, Suspect- und Target-Screening sind zu etablierten Begriffen in der Wasseranalytik geworden. Das Wort Screening stellt dabei eine eindeutig ausgerichtete, aber auch (auf organische Inhaltsstoffe) limitierte Anwendung, dar. Ein Screening in dieser Form trifft weder eine Aussage zu anorganischen Substanzen noch zu mikrobiologischen oder toxikologischen Parametern und erst recht nicht zu Mischungstoxizitäten. Um diese Lücke zu schließen bedarf es zusätzlicher effektbasierter Testsysteme.

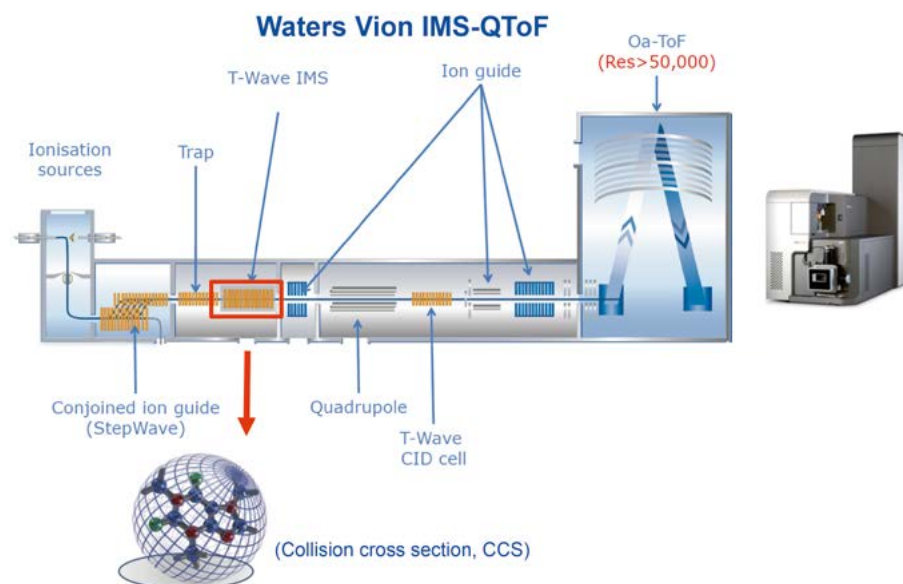
Im Gegensatz zur Target-Analytik, mit der zielgerichtet nur ausgewählte organische Spurenstoffe mit validierten Methoden untersucht werden, bietet das Suspect-Screening die Möglichkeit auch nach Stoffen zu suchen, die nicht als Referenzstandards vorliegen. Die Kopplung der Flüssigchromatographie (LC) mit der hochauflösenden Massenspektrometrie (HRMS) ermöglicht die Durchführung eines solchen Screenings im Routinebetrieb. Für ein Suspect-Screening werden Stoffdatenbanken genutzt, die Einträge zur Summenformel, zur Retentionszeit, zu den Fragmentationen und zum Isotopenverhältnis enthalten. Durch den Einsatz der hochauflösenden Massenspektrometrie in Kopplung mit der Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS),

können auch Kollisionsquerschnitte (CCS, engl. collision cross section) als zusätzliches Identifizierungskriterium verwendet werden. Zur sicheren und eindeutigen Identifizierung einer Substanz ist aber der Abgleich mit der unter gleichen Bedingungen gemessenen Referenzsubstanz zwingend erforderlich. Im Rahmen des IWW-Projekts NT meets Tox wurden mehr als 150 Wasserproben mittels Suspect-Screening untersucht. Es wurde mit drei Datenbanken gearbeitet, die Einträge zu wasserrelevanten Substanzen beinhalten. Darunter ein System, dessen Daten von Wode et al. 2014 veröffentlicht wurden und welches insgesamt 1.025 Einträge zu Arzneistoffen, Industriechemikalien und Pflanzenschutzmitteln abdeckt mit Informationen zur Summen-

formel (exakte Masse und Isotopenverhältnis) und zu Fragmentationen. Die Datenbank, die vom verwendeten Messgerätehersteller erstellt wurde, umfasst 608 Einträge zu Pflanzenschutzmitteln mit Summenformeln, Fragmentationen und CCS-Werten. Darüber hinaus wurde im Rahmen des Projekts eine eigene Datenbank erstellt, die inzwischen 241 Substanzen enthält.

Zum Abgleich der Messergebnisse mit der jeweiligen Datenbank wurden folgende Identifizierungskriterien festgelegt: (1) eine Abweichung der akkuraten Masse um maximal ± 2 mDa, (2) eine zulässige Abweichung des CCS-Werts von maximal 2 %, (3) Vorhandensein von mindestens einem Fragmentation (Abweichung ± 10 mDa) im MS² Spektrum, (4) eine Übereinstimmung von > 50 % des Isotopenverhältnisses (berechnet über die Summenformel des Moleküls) und (5) falls die Substanz als Referenzstandard vorliegt und mit der Analysemethode gemessen wurde, darf die Retentionszeit maximal um 0,05 min abweichen.

Die Angabe der Ergebnisse, die an den Projektpartner weitergegeben werden, erfolgt mit Vergabe unterschiedlicher Identifizierungslevel. Modelle zur Angabe solcher Ergebnisse wurden bereits publiziert. Ein bekanntes Modell wurde im Jahr 2014 von Schymanski et al. veröffentlicht, welches insgesamt fünf Level beinhaltet. Das Konzept des IWW arbeitet mit drei Leveln und stellt ein vereinfachtes praxistauglicheres Modell dar (Abb. 1). Level 3 bedeutet keinen Treffer beim Abgleich mit der Datenbank für das Signal in der Probenmessung. Die Vergabe von Level 2 bedeutet, dass alle Kriterien erfüllt wurden, die entsprechende Substanz aber nicht als Referenz gemessen wurde und somit nur vorläufig identifiziert ist. Schlussendlich



Quelle: Waters GmbH

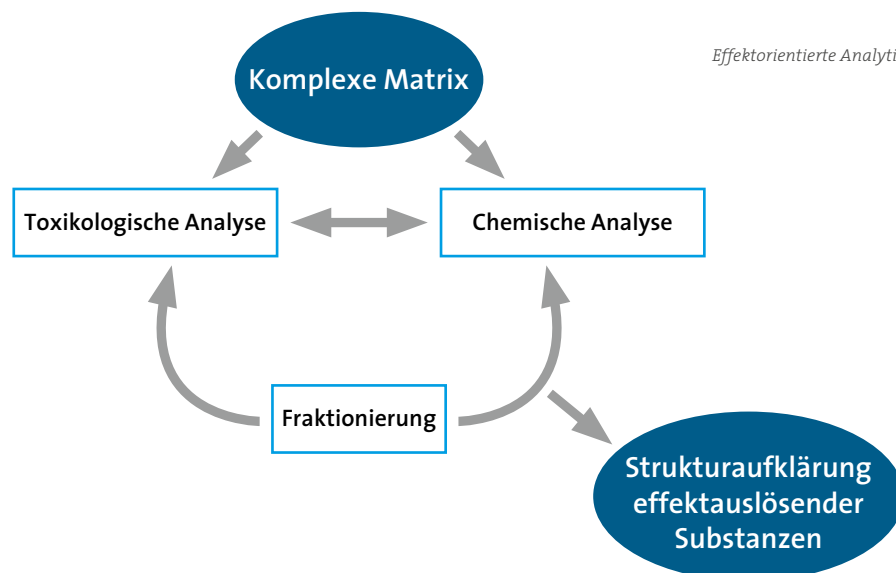
Level 1	Kriterien erfüllt; Substanz mittels Referenz bestätigt
Level 2	Kriterien erfüllt; ohne Bestätigung durch Referenz
Level 3	Kein Treffer in der Datenbank

Abb. 1: Identifizierungslevel zur Angabe der Ergebnisse des Suspect-Screenings

stellt Level 1 die Identifizierung der Substanz mittels Referenzstandard sicher.

Im Rahmen des NT meets Tox Projekts konnten so bereits einige Substanzen zunächst vorläufig (Level 2) und nach Messungen der Referenzstandards sicher (Level 1) identifiziert werden. Für die aus dem Suspect-Screening ermittelten Treffer können bei Bedarf Targetmethoden entwickelt werden, um quantitative Aussagen zu treffen. Die Priorisierung der Substanzen, welche nachträglich als Referenzstandards gemessen werden sollten, erfolgte in Abhängigkeit der Substanzklasse und der Probenmatrix. Hohe Priorität hatten dabei Substanzen aus der Klasse der Pflanzenschutzmittel, die dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/L unterliegen. Das Auftreten im Trinkwasser führte darüber hinaus zwingend zur Beschaffung des Referenzstandards.

Azoxystrobin, welches als Fungizid eingesetzt wird, konnte so in Roh- und Trinkwasserproben identifiziert werden. Weitere Untersuchungen mittels der Target-Analytik zeigten aber, dass der Grenzwert von 0,1 µg/L nicht überschritten wurde. Zusätzlich erfolgte die Priorisierung mit toxikologischen Untersuchungen, die parallel zu den chemischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Auswahl geeigneter biologischer Prüfverfahren stellte hierbei die größte Herausforderung dar. Durch das Forschungsvorhaben konnte aufgezeigt werden, dass zur Untersuchung östrogenen Aktivitäten der ER-CALUX eine praktikable Lösung darstellt. So konnten in einigen nativen Wasserproben Werte von bis zu 0,7 ng Östradiol-Äquivalente (EEQ)/L



Überblick Bioassays

Zytotoxizität
(Allgemeine Zellschädigung)

MTT-Test



U2-OS Zellen:

- ER α
- AR
- p53

Gentoxizität
(DNA-Schädigung)

umuC-Test **p53-CALUX**



S. typhimurium
TA1535 pSK1002

p53-Zellen

Endokrine Aktivität
(Beeinflussung des Hormonstoffwechsels)

ER α -CALUX **AR-CALUX**



ER α -Zellen

AR-Zellen

Mutagenität
(Änderung der DNA-Sequenz, vererbare Mutation)

Ames-Test



S. typhimurium
TA98 und TA100

Endpunkte für die toxikologischen Untersuchungen

nachgewiesen werden. Es zeigte sich aber auch, dass zur Überprüfung gentoxischer Wirkungen die Wasserproben angereichert werden müssen, da die Sensitivität der verwendeten Testverfahren nicht ausreichend ist. Durch den parallelen Einsatz verschiedener Gentoxizitätsuntersuchungen – wie beispielsweise dem Ames-Fluktuationstest und dem in-vitro Mikrokerntest – können zudem falsch positive Ergebnisse ausgeschlossen werden.

Es zeigte sich, dass die Kombination – chemischer Analytik mittels LC-HRMS und wirkungsbezogener Analytik (WBA) mit den

unterschiedlichen Tox-Tests – ein zukunftsweisender Weg zur besseren Beurteilung der Matrix Wasser hinsichtlich der Belastung mittels (unbekannter) organischer Spurenstoffe ist. Zusätzlich bietet das Non-Target- bzw. Suspect-Screening im Vergleich zur Target-Analytik den Vorteil, die generierten Rohdaten jederzeit retrospektiv auszuwerten, um so ggf. Jahre später unbekannte Substanzen zu identifizieren. Die hierfür erzeugten und archivierten Datenmengen stellen derzeit aber noch ein großes Problem dar, d. h. neben den rein analytischen Fragestellungen müssen hierzu auch Lösungsansätze auf digitaler Ebene erarbeitet werden.

Persistente, mobile, toxische (PMT) Stoffe in der Umwelt: Der neue Bewertungsansatz des Umweltbundesamtes (UBA) zum Schutz des Trinkwassers

Prof. Dr. Elke Dopp & Dr. Peter Balsaa

Hintergrund: In Deutschland wird Rohwasser, das zur Trinkwasserherstellung genutzt wird, aus Grundwasser und Oberflächengewässern gewonnen. Wenn Chemikalien in diese Umweltmedien eingetragen werden, so ist es möglich, dass diese auch in das Trinkwasser gelangen. Dies ist mit hohen Kosten für die Gesellschaft verbunden und die Exposition mit Chemikalien über das Trinkwasser birgt die Gefahr, gesundheitliche Schäden zu verursachen. Daher sollten solche Stoffe frühzeitig identifiziert und zum vorsorglichen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit laut Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung der Eintrag vermieden oder so niedrig gehalten werden, wie vernünftigerweise erreichbar (ALARA-Prinzip englisch: As Low As Reasonably Achievable).

Für das Trinkwasser besonders besorgniserregend sind Chemikalien, die nicht abbaubar und nicht adsorbierbar sind. Diese werden als Polar POPs (Persistent Organic Pollutants, PPOPs) oder auch als Persistent Polar Pollutants (PPPs oder P₃) bezeichnet. Sind POPs zudem toxisch gegenüber Organismen, werden sie als PMT (persistent, mobil, toxisch) kategorisiert. Beispiele dieser Stoffgruppe wären unter anderem 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorethen, 4-Aminophenol oder 1,4-Dioxan.

Die EU-Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung und Regulierung von Chemikalien verlangt von den registrierenden Unternehmen sicherzustellen, dass die Herstellung und Verwendung von Chemikalien zu keinem Zeitpunkt zu nachteiligen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt führen. Dafür ist für jeden Stoff eine Risikobeurteilung durchzuführen; neben der Ermittlung der zu erwartenden Einträge in die Umwelt auch eine Beurteilung

der intrinsischen Stoffeigenschaften. Allerdings ist eine systematische Früherkennung von PMT-Stoffen bisher bei einer Registrierung unter REACH nicht explizit gefordert. Entsprechend enthalten die Leitfäden der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) für die Stoffsicherheitsbeurteilung aktuell kaum Anhaltspunkte, wie solch eine Bewertung durchzuführen wäre.

Die Vorhersage der langfristigen Wirkungen ist nicht möglich, weil der Eintrag in die Umwelt sowie ihre mögliche Wirkung auf die Ökosysteme und die menschliche Gesundheit zeitlich oder räumlich entkoppelt sind. Ein Teil dieser in der Umwelt persistenten und im Wasserkreislauf mobilen Stoffe kann zudem schon bei geringsten Konzentrationen adverse Effekte bei Organismen induzieren.

Man kann daher nicht davon ausgehen, dass für die Verwendung solcher Stoffe ein Emissionsgrenzwert definiert werden kann, unterhalb dessen eine Verwendung als „sicher“ zu bewerten ist. Ihr intrinsisches Gefährdungspotenzial ergibt sich aus ihrer Persistenz in der Umwelt, ihrer Mobilität im Wasserkreislauf und ihrer Toxizität gegenüber dem Menschen.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat nun ein Bewertungskonzept für PMT-Stoffe vorgeschlagen, das derzeit noch in der Diskussion ist. Eine Liste von 167 REACH-registrierten Stoffen, die bewertet werden sollen, wurde kürzlich ebenfalls veröffentlicht (www.umweltbundesamt.de). Das UBA hat Schwellenwerte für die Kriterien Persistenz in der Umwelt („P“), Mobilität im Wasserkreislauf („M“)

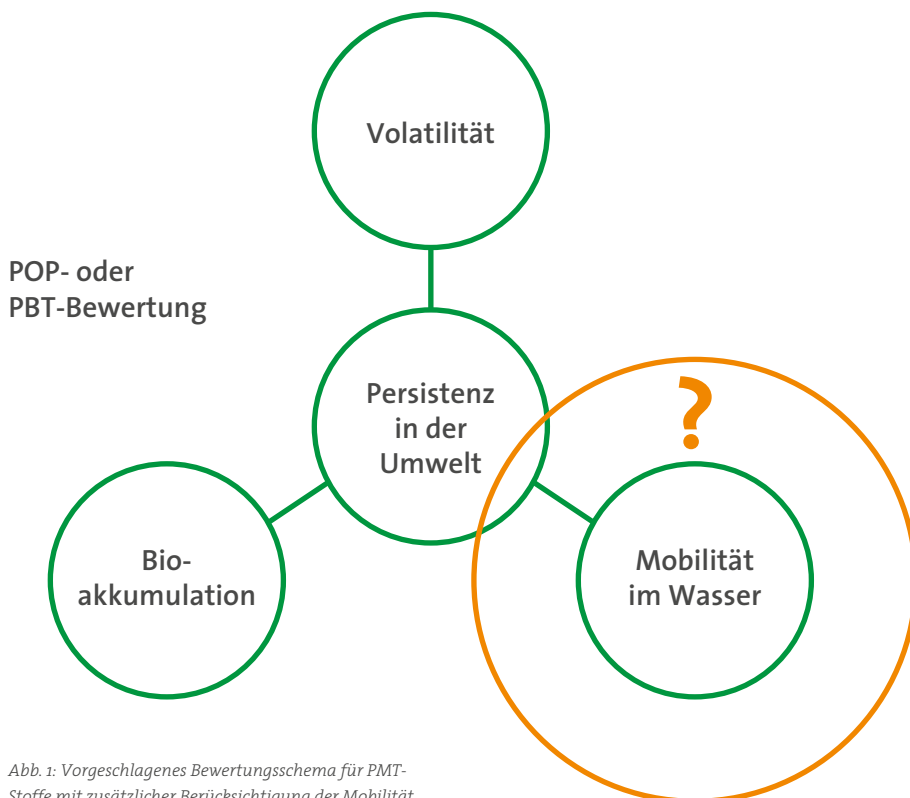


Abb. 1: Vorgeschlagenes Bewertungsschema für PMT-Stoffe mit zusätzlicher Berücksichtigung der Mobilität

und Toxizität gegenüber dem Menschen („T“) definiert und einen strukturierten Ablauf in dem Bewertungskonzept vorgeschlagen.

Um die Problematik und das Konzept zu diskutieren, wurde vom 13.–14.3.2018 beim UBA in Berlin in Zusammenarbeit mit dem Norwegischen Geotechnischen Institut (NGI) ein Workshop unter dem Titel „PMT and vPvM substances under REACH. Voluntary measures and regulatory options to protect the sources of drinking water“ veranstaltet. Ergebnis des Workshops ist ein 41-seitiges Dokument, das eine Bewertungsgrundlage vorschlägt (www.ngi.no/download/file/11567).

Das Kernelement des vorgeschlagenen Ansatzes ist, neben den klassischen intrinsischen Stoffeigenschaften der Persistenz und Toxizität auch die Mobilität in die Bewertung einzubeziehen (Abb. 1). Die intrinsischen PMT-Stoffeigenschaften sollen anhand von REACH-Daten abgedeckt werden. Die Gruppe der PMT-Stoffe weist jedoch Besonderheiten hinsichtlich des analytischen Nachweises, der Möglichkeiten der Quantifizierung und der toxikologischen Bewertung auf. Die Diskussion zu den Details der Bewertung und zur Einbeziehung von spezifischen Endpunkten ist noch nicht abgeschlossen. Eine Umsetzung des Konzeptes wird jedoch baldmöglichst von behördlicher Seite angestrebt.

Chemische Analytik

Wenn es um den Nachweis und die Quantifizierung von organischen Spurenstoffen geht, und dazu zählen auch die PMT-Stoffe, müssen in der Regel zuerst sensitive und robuste Methoden erarbeitet und validiert werden. Angestrebt werden in der Regel Multimethoden, mit denen nicht nur eine Zielkomponente, sondern mehrere Parameter in einem Analysenlauf bestimmt werden können. Das analytische Problem der PMT-Stoffe liegt bei deren Polarität (P) und Mobilität (M), was bedeutet, dass sie schlecht bis gar nicht mit den üblichen Verfahren (Flüssig-/Flüssig-Extraktion und Festphasenextraktion) anzureichern sind. Somit ist die Palette der analytischen Verfahren deutlich eingeschränkt. „P“ bedeutet auch, dass diese Substanzen sehr hydrophil sind und somit auch nur eine geringe Flüchtigkeit besitzen. Headspace-GC-MS-Methoden sind somit nicht direkt nutzbar, d. h. es müssen neue Verfahren zur Derivatisierung in der Wasserphase entwickelt werden, die für die



nötige Flüchtigkeit der Zielkomponenten sorgen (Beispiel Trifluoressigsäure, TFA). LC-Verfahren können ebenfalls nur eingeschränkt eingesetzt werden. Geeignete Trennsäulen sind in ihrer Anwendung schwierig und die Robustheit des Verfahrens ist nicht immer gegeben. Darüber hinaus lassen sich Moleküle mit Massen < 100 Dalton – und dazu zählen viele der PMT-Kandidaten – nicht hinreichend ionisieren, was wiederum bedeutet, sie können nicht mit der notwendigen Sensitivität detektiert werden. Wegen der genannten Probleme in der chemischen Analytik wäre es somit wünschenswert, wenn mit dem neuen Bewertungsansatz nur die relevanten PMT-Stoffe ermittelt würden, für die dann empfindliche Verfahren entwickelt werden müssen. Diese können dann auch genutzt werden, Trinkwasseraufbereitungsprozesse zur Eliminierung dieser Komponenten zu optimieren bzw. das Rohwasser zu überwachen.

Toxikologische Bewertung

Auch zur Bewertung der Toxizität sollen REACH-Daten herangezogen werden. Diese liegen im Normalfall vor, wenn es sich um Tonnagen > 10 t/Jahr handelt. Bei geringeren Produktionsmengen liegen stoffspezifische Toxizitätsdaten häufig nicht oder nur unvollständig vor.

Um das neue Bewertungskonzept anwenden zu können, müssen also neben den toxikologischen Daten analytische Methoden zum Nachweis von PMT-Stoffen, die besondere Stoffeigenschaften besitzen, angepasst und validiert werden. Ohne Konzentrationsan-

gaben von Stoffen mit PMT-Eigenschaften im Wasserkreislauf sind weder eine Gefährdungsbeurteilung, noch eine Schwellenangabe für zu erwartende Effekte auf Ökosystem und Organismen möglich.

Liegen alle notwendigen analytischen und toxikologischen Daten vor, kann der sogenannte DNEL-Wert (Derived No-Adverse-Effect Level) abgeleitet werden, der eine Schwelle angibt, bei der – auch bei langfristiger und täglicher Exposition – keine nachhaltigen Effekte zu erwarten sind.

Derzeit wird noch diskutiert, ob das Kriterium „T“ im PM-/PMT-Bewertungskonzept auch die Ökotoxizität berücksichtigen sollte, oder ob der Schwerpunkt auf der menschlichen Gesundheit liegen sollte, und ob es erforderlich ist, Informationen zu definieren, die für Screening auf „T“ berücksichtigt werden, wie sie ebenfalls in Anhang XIII von REACH vorgesehen sind.

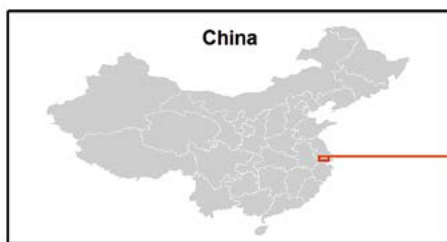
Nach Lösung der noch bestehenden Probleme und Abstimmung des Konzeptes auf EU-Ebene wird in Zukunft mit dem PMT-Bewertungskonzept ein praktikables Tool zur Verfügung gestellt werden, in dem auf bereits existierende Daten zurückgegriffen werden kann, und das den Schutz des Trinkwassers und letztlich der menschlichen Gesundheit als oberstes Ziel hat.

Weitere Informationen zu dem Thema:
www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/171027_uba_pos_pmt_substances_engl_2auf1_bf.pdf

Chinesisch-Deutsches Wasser-Netzwerk – Sauberes Wasser von der Quelle bis zum Verbraucher

Cora Schmid, Dr. Tim aus der Beek, Prof. Dr. Elke Dopp & Dr. Andreas Nahrstedt

China erlebt eine rasante industrielle und wirtschaftliche Entwicklung, was mit einem zunehmenden Bedarf an Brauch- und Trinkwasser einhergeht. Gleichzeitig nimmt die Wasserverschmutzung durch anthropogene Einträge zu. Die enorme Wasserverschmutzung stellt dabei zunehmend ein Problem für die Umwelt, aber auch Wasserversorger dar und erinnert an die Zustände der Gewässer in Deutschland vor einigen Jahrzehnten. Auf Basis deutsch-chinesischer Partnerschaft widmet sich das Verbundprojekt „SIGN – Sauberes Wasser von der Quelle bis zum Verbraucher“ der gezielten Anpassung von in Deutschland bewährten Technologien und Konzepten an die Randbedingungen im Tai-See in China und weist Modellcharakter für ein nachhaltiges Wassermanagement auf. Als einer von 25 deutsch-chinesischen Partnern war das IWW wesentlich an der Bewertung der Wasserqualität und darauf aufbauenden Empfehlungen beteiligt.



Der Tai-See in China, westlich von Shanghai

Der Tai-See, Chinas drittgrößter Süßwassersee, liegt südöstlich von Shanghai in einer dicht besiedelten und wirtschaftlich starken Provinz. Er dient als Trinkwasserressource für rund zehn Millionen Menschen; allerdings verzeichnen die Behörden seit Jahren eine deutliche Verschlechterung der Wasserqualität. Aufgrund der anthropogenen Einflüsse ist der See stark mit organischen Schadstoffen, Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor sowie Schwermetallen belastet, was immer wieder zu Schwierigkeiten in der Trinkwasserversorgung führte. Höhepunkt war die durch eine Algenblüte ausgelöste Trinkwasserknappheit im Jahr 2007, weshalb in der angrenzenden Stadt Wuxi ca. 2 Millionen Menschen kurzzeitig ohne Leitungswasser auskommen mussten. Durch den Einbezug des gesamten Wasserkreislaufs – von der Stadtentwässerung, Abwassermanagement, Gewässergüte, Rohwasserqualität, Trinkwasseraufbereitung bis zur Trinkwasservertei-

lung – ist das Projekt SIGN (Sino-German Water Supply Network) von zentraler Bedeutung für die Verbesserung des See-Ökosystems und der damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen wie sauberes Trinkwasser.

Zur Erfassung der Belastungssituation wurden seitens des IWW umfassende Untersuchungen zum Vorkommen und der Verteilung von organischen Spurenstoffen wie Industriechemikalien, Arzneistoffen und Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln im Wasser, sowie toxikologische Untersuchungen durchgeführt. Die erhobenen Daten bildeten die Grundlage für die Bewertung des öko- und humantoxikologischen Risikos. Dazu wurden zwischen 2015 und 2017 vier große und drei kleinere Messkampagnen rund um den See durchgeführt und Proben aus verschiedenen Kompartimenten entnommen, darunter dem nördlichen See und drei verschiedenen

Trinkwasserwerken. Dabei wurden die Probenahmen jeweils zu unterschiedlichen Jahreszeiten durchgeführt, um saisonale Dynamiken zu berücksichtigen.

Im Labor in Mülheim wurden die Proben auf 200 organische Schadstoffe chemisch analysiert und dazugehörige Bewertungsmaßstäbe (legislative und toxikologische Grenzwerte) für die Risikobewertung der Einzelstoffkonzentrationen festgelegt. Dabei wurde zwischen poly- und perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC), Trihalogenmethanen (THM), sonstigen volatilen organischen Kohlenwasserstoffen (VOC), Pestiziden, Röntgenkontrastmitteln (RKM) und Arzneistoffen unterschieden. Der gebildete Risikoquotient aus gemessener Konzentration und Bewertungsmaßstab gab Aufschluss darüber, ob durch die Exposition ein erhöhtes Risiko für Mensch und Umwelt besteht und diente der Identifikation von Schadstoffen mit erhöhter (trinkwasserrelevanter) Priorität.

Da eine Bewertung basierend auf Einzelstoffkonzentrationen mögliche Risiken durch synergistische Effekte unterschätzt und die Target-Analyse nur einen kleinen Teil der in der Wasserphase vorhandenen Chemikalien berücksichtigt, wurden zusätzlich zellbasierte Biotests zur Erfassung kumulativer Effekte durchgeführt. Es wurde auf allgemeine Zellschädigung, endokrine Aktivität und gentoxische Effekte untersucht, womit spezifische und unspezifische Endpunkte abgedeckt wurden.

Das umfassende Monitoring hat gezeigt, dass die Schadstoffbelastung sehr komplex und räumlich sowie zeitlich sehr dynamisch ist. Allgemein nahmen die Belastungen in der Nähe von Flussmündungen zu, was auf einen erhöhten Eintrag der Schadstoffe durch die



Wasserproben aus unterschiedlichen Tiefen des Tai-Sees. Linke Probe von der Oberfläche mit hohem Algenanteil, rechte Probe vom Seeboden (2 m im Durchschnitt) mit hoher Trübung

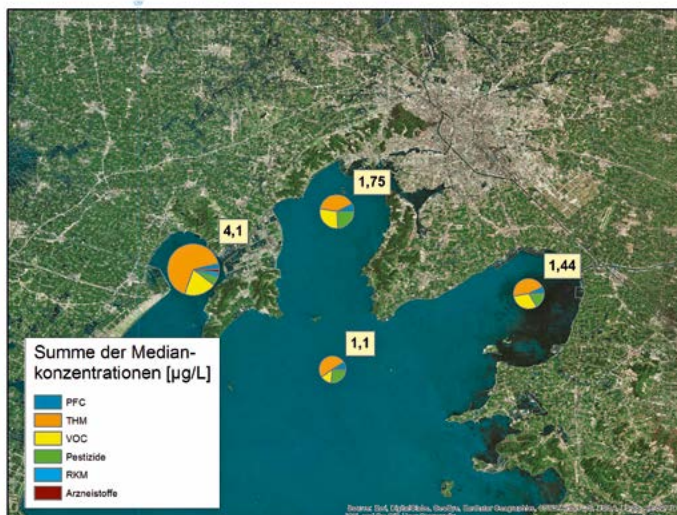
Flüsse und eine Verdünnung im See hindeutet. Eine Beprobung der einzelnen Zuflüsse war von chinesischer Seite nicht erlaubt, hätte jedoch weiter Aufschluss über mögliche Quellen geben können. Mithilfe der Biotests konnte des Weiteren eine zellschädigende Wirkungen sowie östrogene Aktivität nachgewiesen werden, was die Notwendigkeit einer nachhal-

tigen Wasserqualitätssteigerung unterstreicht. In den Trinkwasserwerken konnten weitere Probleme identifiziert und Handlungsempfehlungen gegeben werden, wie z. B. die häufiger frequentierte Anpassung der Chlorung an die Rohwasserqualität. Sowohl im See als auch im Trinkwasser wurden Schadstoffe besonderer Priorität identifiziert, was dem Bedarf nach

einem verbesserten Wassermanagement und strengeren Auflagen Nachdruck verleiht.

Das IWW hat mit der Forschung einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der komplexen Dynamik im Tai-See beigetragen. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den letzten drei Jahren werden nun in einer zweiten Projektphase zwischen 2018 und 2021 vertieft und dienen als Basis für weitere Handlungsempfehlungen.

In SIGN 2 liegt der Fokus auf den Trinkwasserwerken und den Eliminationsraten für organische Spurenstoffe der einzelnen Prozessstufen. Neben den bereits in SIGN 1 angewendeten Methoden wird die Non-Target Analyse unterstützend eingesetzt, um das Auftreten möglicher Muster von Transformationsprodukten nach den einzelnen Aufbereitungstechniken zu erkennen. Indes erfolgt die Untersuchung von Sedimentproben im Umkreis der Rohwasserentnahmestellen, um die sedimentbedingte Belastung im Wasser durch Resuspension zu untersuchen.



Räumliche Verteilung der gemessenen Mediankonzentrationen verschiedener Stoffgruppen im nördlichen Tai-See: Per- und polyfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC), Trihalomethane (THM), volatile Kohlenwasserstoffe (VOC), Pestizide, Röntgenkontrastmittel (RKM) und Pharmazeutika

Beispiele hygienischer Probleme in Trinkwassernetzen und deren Ursachen

Dr. Ulrich Borchers, Bernd Lange
& Dr. Beate Kilb

Ausgangssituation und Besonderheiten

Mikrobiologische Probleme in Trinkwassernetzen in Deutschland sind generell eher die Ausnahme, weil die Netze regelkonform betrieben werden und die Wässer typischerweise hygienisch stabil sind. Trotzdem treten vereinzelt Probleme auf, die sich nach den Erfahrungen des IWW auf den Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* und coliformen Bakterien fokussieren.

In den Sommermonaten im Zusammenhang mit extremen klimatischen Ereignissen (extreme Niederschlagsereignisse, extreme Trockenheit) werden diese Probleme häufiger beobachtet. Im Sommer 2016 traten z. B. wenige Tage nach Starkregenereignissen bei mehreren Wasserversorgern Probleme mit coliformen Bakterien im Verteilungsnetz auf. Zum einen konnten die Einträge von Coliformen über nicht gewartete und defekte Rohrbelüfter nachgewiesen werden, zum anderen kann auch die Bodensättigung einen Einfluss auf die Rohwasserbeschaffenheit haben. Im Sommer und Herbst 2016 kam es in mehreren Gebieten in Deutschland zu einer Bodensättigung. Es konnte beobachtet werden, dass mikrobiologische Probleme im Verteilungsnetz häufig in Gebieten mit einer hohen Bodenfeuchte auftraten.

Im Sommer 2018 sind diese Probleme ebenfalls ungewöhnlich häufig und zum Teil massiv bei Kunden aufgetreten. Zwar sind angesichts dieser Einzelereignisse Ursachen nicht valide festzustellen bzw. zuzuordnen, jedoch gibt es erhebliche Indizien dafür, dass der extrem heiße Sommer eine Rolle gespielt hat. Die Temperaturen des Kaltwassers lagen bei von Oberflächenwasser beeinflussten Wasserversorgungen zum Teil deutlich über 20 °C und bei reinen Grundwasser-Versor-



Abb. 1: Gelblich-weiße, verklebte Mehlreste an den Muffen eines T-Stücks in einem Trinkwasserrohr

gungen zwischen 16 und 18 °C. Wenn sich dieser Trend fortsetzt, müssen wir ggf. noch höhere Ansprüche an die Minimierung der Abgabe verwertbarer organischer Stoffe aus Materialien und noch genauere Produktanforderungen und -tests setzen und uns mit der Ursachenforschung und mit Präventionsmaßnahmen intensiv auseinandersetzen.

In diesem Beitrag wird eine Übersicht über einige Fälle gegeben, bei denen IWW an der Problemanalyse und -sanierung maßgeblich beteiligt war.

Coliforme Bakterien – Fallbeispiele

Die Verunreinigung von Trinkwasser mit coliformen Bakterien kann unterschiedliche Ursachen haben. Häufig werden Coliformen-Befunde in Zusammenhang mit Baumaßnahmen beobachtet. Führen mechanische Reinigungs- und chemische Desinfektionsverfahren nicht zum Erfolg, so muss der Fokus auf Bauteile gerichtet werden, die zu einer vermehrten Biofilmbildung führen können. Hierbei spielen z. B. weichdichtende Absperrarmaturen und die dort verwendeten Schmierstoffe eine Rolle. In der Regel waren die Bauteile und Schmierstoffe bei Anlieferung noch nicht kontaminiert. Durch exogene Einträge, z. B. im Zuge von Baumaßnahmen

können diese Bauteile allerdings mit den Bakterien angeimpft werden. Diese Bakterien können sich dort vermehren und das Trinkwasser dauerhaft kontaminieren. In vielen Fällen konnten die Kontaminationen beseitigt werden, indem diese Bauteile ausgebaut und vor Ort mechanisch gereinigt, entfettet, anschließend desinfiziert und wieder eingebaut wurden.

In diesem Sommer jedoch trat bei einem Kunden eine sehr massive und lang anhaltende Verkeimung mit Coliformen im Netz auf, die auf eine ungewöhnliche Ursache zurückzuführen war.

An verschiedenen Entnahmestellen im Verteilungsnetz des Wasserversorgers wurden coliforme Bakterien in einer hohen Anzahl von > 200 KBE/100 ml nachgewiesen. Während der Suche nach der Ursache dieser massiven Kontamination wurde zum Schutz der Verbraucher ein Abkochgebot durch das dafür zuständige Gesundheitsamt verhängt. In solchen Fällen ist immer ein erheblicher Diskussionsbedarf um den temporären Einsatz von Desinfektionsmitteln gegeben, weil dadurch die Coliformen zuverlässig abgetötet werden könnten, was den Verbrauchern das aufwändige und lästige Abkochen ersparen würde. Auf der anderen Seite bringt der Einsatz von Chlor eine völlige „analytische

Blindheit“ mit sich. In einem desinfizierten Wasser ist das Auffinden eines Kontaminationsherdes in einem ausgedehnten Netz durch Analytik so gut wie unmöglich.

In diesem Fall war das unerlaubte Einbringen von Weizenmehl der Auslöser für die massive Verkeimung. Durch gezielte Probenahmen konnte der Schadensherd im Bereich einer ehemaligen Baustelle eingegrenzt werden. Die betroffenen Rohre und Absperrarmaturen wurden identifiziert, inspiziert und zum Teil ausgebaut. Es wurden pastöse Ablagerungen an den Bauteilen festgestellt. Durch Laboranalysen konnte als Hauptbestandteil dieser Ablagerungen Weizenstärke in signifikanter Menge identifiziert werden, die nur durch das Einbringen von Mehl ins Rohr zu erklären ist. **Abbildung 1** zeigt gelblich-weiße, verklebte Mehreste an den Rohrübergängen eines T-Stücks.

Die nachhaltige Reinigung der betroffenen Rohr-Bereiche gelang nur durch einen kombinierten Einsatz von mechanischen (Molch, Luft-Wasser-Spülung) und chemischen Reinigungsverfahren (unter Einsatz von Kalilauge). Erst nach circa acht Wochen konnte nach Abschluss der aufwendigen Spülmaßnahmen das Abkochgebot aufgehoben und das Netz als saniert angesehen werden. Über die Ursache des Eintrages von Mehl in ein Trinkwasserrohr kann nur spekuliert werden.

Pseudomonas aeruginosa – Auftreten im Verteilungsnetz und in der Trinkwasserinstallation

Nach der Diskussion über *Pseudomonas aeruginosa* in Wasserzählern in der zweiten Jahreshälfte 2014 konnte das Problem durch technische Veränderungen des Prüfprozesses der Zähler und konsequente Kontrollen gelöst werden. Seit der Veröffentlichung der Umweltbundesamt-Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa* im Juni 2017 [1] sind vermehrt Problemfälle mit diesem Bakterium in den Netzen der Kunden des IWW aufgetreten. In der Mehrzahl wurden die Verunreinigungen dadurch entdeckt, dass gemäß dieser UBA-Empfehlung auf *P. aeruginosa* bei Neuverlegungen oder nach Baumaßnahmen im Netz (mit Leitungsöffnungen) vor der Einbindung der Leitung in das Versorgungssystem untersucht wurde. *P. aeruginosa* darf in 100 ml nicht nachweisbar sein. Ein Grenzwert oder eine Untersuchungspflicht nach TrinkwV besteht dagegen nicht.

Bedingt durch die von Baumaßnahmen ausgelösten Untersuchungen wurden fallweise weiter ausgedehnte Probleme im umliegenden Versorgungsnetz der Baustellen entdeckt. Als Ursache für die Verkeimung der Leitungen wurden in der Regel weichdichtende

Dichtungsmaterialien und Schmierstoffe auf Schiebern (Abb. 2), Hydranten und Druckanbohrventilen (Abb. 3) ausfindig gemacht.

Wenn Bakterien sich an derartigen nährstoffhaltigen und gut besiedelbaren Dichtungsmaterialien oder Fetten an den Bauteilen angesiedelt haben, sind Spülungen und Desinfektionsmaßnahmen als Sanierungsversuche in der Regel nicht nachhaltig erfolgreich. In diesen Fällen ist ein Austausch oder eine mechanische Reinigung und Desinfektion der Schieber (bzw. der sonstigen Materialien) oft der einzig erfolgreiche Sanierungsansatz.

Abb. 2: Verkeimte Schmierstoffe an einem Schieberkeil



Abb. 3: Fett am Fräskopf eines neuen Druckanbohrventils



[1] Empfehlung des Umweltbundesamtes: Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser - Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission, Umweltbundesamt, 2017-06, Internetpublikation: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/empfehlung_zur_risikoeinschaetzung_pseudomonaden.pdf, S. 1–8.

Personalia

Daniela Mattes ist als BTA seit dem 01.06.2018 im Bereich Wasserqualität tätig und unterstützt das Laborteam des Geschäftsfeldes „Mikrobiologische Analytik“ bei den routinemäßigen mikrobiologischen Wasseruntersuchungen.



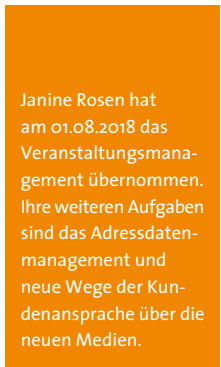
Philipp Schäfer verstärkt das Geschäftsfeld Zentrale Koordination / Probenahme seit dem 01.07.2018 als neuer Sachbearbeiter für das Probenmanagement.



Lorenz Schulte-Illingheim ist seit dem 16.07.2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Angewandte Mikrobiologie. Er arbeitet in mikrobiologischen Projekten und unterstützt den Bereich Kühlwasserdiagnostik.



Dr. Vassil Valkov ist seit August 2018 neuer stellvertretender Geschäftsfeldleiter in der OCA im Bereich Wasserqualität. Nach mehreren Leiterstellen in der pharmazeutischen Industrie ist er zu uns in die Wasseranalytik gewechselt.



Janine Rosen hat am 01.08.2018 das Veranstaltungsmanagement übernommen. Ihre weiteren Aufgaben sind das Adressdatenmanagement und neue Wege der Kundenansprache über die neuen Medien.



Sophie Eversmann ist als BTA seit dem 01.08.2018 im Bereich Angewandte Mikrobiologie tätig.

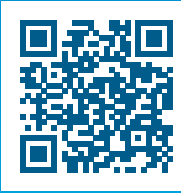


Marcel Beyer verstärkt seit dem 01.08.2018 als Technischer Mitarbeiter den Bereich Wassertechnologie. Herr Beyer ist staatlich geprüfter Techniker für Umweltschutz. Er wird vor allem den Bereich der Verfahrenstechnischen Analytik unterstützen.

Cora Schmid ist seit dem 01.11.2018 als Doktorandin im Bereich Wasserressourcen-Management angestellt und forscht zur Toxizität und Qualität von Wasser- und Sedimentproben aus China.



Dr. Bernd Bendinger ist seit dem 01.10.2018 neuer Bereichsleiter „Angewandte Mikrobiologie“. An der DVGW-Forschungsstelle TUHH, Technische Universität Hamburg hat er bereits langjährige Erfahrung als Leiter von vielzähligen Forschungs- und Beratungsprojekten gesammelt und wir freuen uns mit ihm einen kompetenten Fachmann mit ausgezeichnetem Ruf für das IWW gewinnen zu können.



www.iww-online.de
info@iww-online.de

Impressum

Herausgeber

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr
Telefon: +49 (0)208-4 03 03-0
Homepage: www.iww-online.de
E-Mail: info@iww-online.de
ISSN 0948-4779

Bildnachweise

shutterstock.com/Alena Mozher,
Lukatrne, ullrich, kelifamily, Africa Studio,
Egorov Artem

Verantwortlich

Lothar Schüller, Geschäftsführung

Redaktion

A. Becker (Bereich Wassernetze),
U. Borchers (Bereich Wasserqualität),
Dieter Stetter (Bereich Wassertechnologie),
T. Riedel (Bereich Wasserressourcen-
Management), A. Hein (Bereich Wasser-
ökonomie & Management), L. Schüller
(Geschäftsführung), J. Wingender
(Bereich Angewandte Mikrobiologie),
L. Zimmermann (Kommunikation)
Nachdruck erwünscht, Beleg erbeten.

Konzeption & Gestaltung

heavysign!

Agentur für Werbung und Kommunikation
Essen