

NEUESTE ERKENNTNISSE ZU PER- UND POLYFLUORIERTEN ALKYLSTANZEN (PFAS)

Als PFAS wird eine Gruppe von Chemikalien bezeichnet, die die Perfluoralkyleinheit $-CF_2-$ in ihrer Molekülstruktur enthalten. In einer neuen globalen Datenbank listet die OECD über 4.700 Substanzen auf, die der Stoffgruppe zugeordnet werden. Die meisten PFAS können potentiell zu hoch persistenten perfluorierten Alkylsäuren (PFAA) abgebaut werden. Einige langkettige Vertreter der PFAA sind in der REACH-Verordnung und in der Stockholm-Konvention reguliert. Kurzkettige PFAA sind problematisch, weil sie wegen ihrer Persistenz und Mobilität im Trinkwasser auftreten können.

Aufgrund seiner langjährigen Expertise auf diesem Gebiet bearbeitet das TZW zurzeit mehrere Forschungsprojekte zu PFAS. Neueste Erkenntnisse resultieren aus folgenden derzeit am TZW bearbeiteten Projekten:

FLUORBANK: In diesem Projekt, welches vom Umweltbundesamt gefördert wird, werden unterschiedliche Matrices aus dem Archiv der Umweltprobenbank des Bundes analysiert, um räumliche und zeitliche Trends in der Veränderung der PFAS-Konzentrationen zu erkennen.

FLUORTRANSFER: Es wird untersucht, wie stark PFAS von kontaminierten Böden in (Nutz-) Pflanzen übergehen, um Bewertungsmaßstäbe für die Ableitung von Prüf- und Maßnahmewerten zu entwickeln.

HALOGENIERTE TREIB- UND KÄLTMITTEL: In einem ebenfalls vom Umweltbundesamt geförderten Projekt werden Umweltauswirkungen von halogenierten Treib- und Kältemitteln untersucht, da bei deren Abbau die sehr persistente perfluorierte Verbindung Trifluoressigsäure entstehen kann.

FluorTECH: Bei dem vom Land Baden-Württemberg geförderten Projekt stehen Untersuchungen zum biologischen Abbau von sogenannten Vorläuferverbindungen und das Verlagerungspotential fluorierte Verbindungen aus technischen Produkten im Fokus. Die Ergebnisse des Projekts sollen genutzt werden, um der Ursache der heutigen Grundwasser- und Bodenbelastung landwirtschaftlich genutzter Flächen näher zu kommen.

Ein weiterer Antrag, in dem ein Verfahren zur experimentellen Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Immobilisierung von PFAS entwickelt werden soll, befindet sich derzeit in der Begutachtungsphase.

In den Arbeiten werden neben der klassischen Einzelstoffanalytik auch summarische Parameter wie AOF und EOF (adsorbierbares bzw. extrahierbares organisch gebundenes Fluor) sowie der TOP (total oxidizable precursor)-Assay angewendet, an deren Weiterentwicklung das TZW maßgeblich beteiligt ist. So können auch bisher nicht quantifizierbare und zum Teil unbekannte PFAS analytisch erfasst werden.

Damit steht das TZW als Kompetenzpartner für alle Fragen zu PFAS in der Umwelt Unternehmen, Wasserversorgern und Behörden zur Verfügung.

*Dr. Marco Scheurer, Dr. Frank Sacher,
Dr. Frank Thomas Lange, Dr. Karsten Nödler*



Grundwasserbelastungen

Summenparameter



Neue Prüfnorm DIN 19294 für UV-Desinfektionsgeräte mit Niederdrucklampen

Als international bedeutsamste Prüfgrundlagen für UV-Desinfektionsgeräte werden im Allgemeinen das von der US EPA veröffentlichte UV Disinfection Guidance Manual (2006), das deutsche DVGW Arbeitsblatt W 294 (2006) und die österreichische ÖNORM M 5873 (2001) genannt.

Im Rahmen der Überarbeitung der DVGW-Prüfnorm wurde bereits 2012 ein Normungs- und Harmonisierungsprojekt mit dem Ziel gestartet, zwischen dem zuständigen DIN-DVGW-Normenausschuss und dem Austrian Standards Institute eine vereinheitlichte Prüfgrundlage für beide Länder zu erarbeiten. Ebenso sollten übereinstimmende Anforderungen für Referenzradiometer, die zur Bewertung der Desinfektionsleistung von Geräten dienen, geschaffen werden.

Die nun im März 2019 im Entwurf veröffentlichten Normen DIN 19294-1 und 19294-3 schreiben grundsätzliche Anforderungen an Beschaffenheit, Funktion und Prüfung für UV-Desinfektionsgeräte mit UV-Niederdrucklampen wie auch für die entsprechenden Referenzradiometer fest.

Im Hinblick auf die Prüfung der geforderten Desinfektionswirksamkeit (400 J/m^2) mittels biosimetrischen Testverfahren wurden keine grundlegenden Änderungen im Prüfprozedere vorgenommen. Anpassungen erfolgten jedoch beispielsweise bei der Festlegung der Prüfpunkte, der Auswertung der Testdaten und zur erwähnten Harmonisierung mit dem österreichischen Regelwerk.

Anders bei den technischen Prüfungen: Hier wurde die detaillierte Charakterisierung desinfektionsrelevanter Komponenten wie UV-Lampen, Hüllrohre, Lampenbetriebsgeräten und der UV-Geräteradiometer eingeführt. Als Beispiel



wird bei den Lampen die UV-Leistung mittels eines international standardisierten Verfahrens bestimmt und in einem in der Norm beschriebenen Testreaktor deren Verhalten bei unterschiedlichen Wassertemperaturen und bei reduzierter Leistung untersucht.

Über den DVGW Normungsausschuss „119-07-15-02 - W 294“ war das TZW aktiv an der Erarbeitung der beiden Normentwürfe beteiligt und hat im Laufe der letzten Jahre umfassende Testeinrichtungen aufgebaut, die auch außerhalb von Baumusterprüfungen von Firmen zur Unterstützung von F&E-Arbeiten genutzt werden. Gezielt genannt werden soll hier das Optische Labor, das auf die Untersuchung von UV-Sensoren und Radiometern ausgerichtet ist, ein umfangreicher Lampenprüfstand mit mehreren Testreaktoren im neu gebauten Technikum und ein Prüfstand für Kleinreaktoren (bis $25 \text{ m}^3/\text{h}$ Durchfluss), der neben Prüfungen gemäß DIN durch seinen flexiblen Aufbau für Forschungsvorhaben im UV-LED-Bereich herangezogen wird.

Das TZW ist damit für die kommende Prüfnorm und einen weiter verbesserten Service zukunftsicher aufgestellt.

Dipl.-Phys. Karl-Heinz Schön, Dr. Jutta Eggert

Messung von UV-Lampen in Testreaktoren

Forschungsarbeiten

Neue Prüfmöglichkeiten

TECHNOLOGIE



Anpassung der Wasserversorgung an den Klimawandel

Was muss in der Wasserversorgung getan werden, um auch unter klimatisch geänderten Bedingungen in vulnerablen Mittelgebirgsregi-

onen die öffentliche Trinkwasserversorgung sicherzustellen? Dieser Frage ging das TZW im Rahmen eines Forschungsprojektes mit Förderung des Landes Baden-Württemberg im Rahmen der Kampagne Klimawandel und modellhafte Anpassung (KLIMOPASS) nach. Am Beispiel von 20 Kommunen im Landkreis Schwarzwald-Baar (Region Schwarzwald und Schwäbische Alb) wurde ein modellhaftes Strukturkonzept entwickelt, um die öffentliche Trinkwasserversorgung gerade im Hinblick auf die durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen

Strukturkonzept

zukunfts-fähig aufzustellen. Das TZW erfasste hierzu zunächst die historisch gewachsenen Einrichtungen und Strukturen der Wasserversorgung, ermittelte auf kommunaler Ebene die relevanten Dargebots- und Bedarfszahlen und analysierte künftige Entwicklungen. Dabei fanden auch Aspekte des Katastrophenschutzes sowie klimatisch induzierte Veränderungen der Rohwasserbeschaffenheit Berücksichtigung.

Das im Landkreis Schwarzwald-Baar entwickelte Strukturkonzept wurde im Rahmen des Projektes auf ausgewählte Kommunen im Landkreis Tuttlingen transferiert, um die Übertragbarkeit des Konzeptes zu überprüfen.

Aus den Dargebots-Bedarfs-Analysen ging hervor, dass im Projektgebiet keine größeren Mengendefizite infolge des Klimawandels zu erwarten sind. Allerdings muss in einigen höher gelegenen Bereichen, in denen bislang ausschließlich Wasser aus kleinen, lokalen Quellen zur Verfügung steht, künftig häufiger mit Versorgungsengpässen gerechnet werden.

Anhand der Strukturanalysen wurden für die einzelnen Unternehmen Vorschläge zur Absicherung der Wasserversorgung beispielsweise durch Brunnen- oder Leitungsbau („zweites Standbein“) erarbeitet. Dabei fanden auch mögliche Liefereinschränkungen infolge extremer Wetterereignisse, verbunden mit Überschwemmungen oder Sturmschäden (Stromausfall), Berücksichtigung. Nach den Klimaprognosen treten derartige Situationen künftig häufiger auf, so dass Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz an Bedeutung gewinnen.

Die Untersuchungen deuten zudem auf klimainduzierte Verschlechterungen der Rohwasserqualität hin. Insbesondere Quellwässer, die nach Starkregen leicht eintrüben, weisen auch signifikante mikrobiologische Belastungen sowie zum Teil erhöhte Huminstoffgehalte auf. Bedingt durch den prognostizierten Klimawandel mit steigender Zahl an Unwettern ist damit zu rechnen, dass extreme Rohwasserhältnisse künftig häufiger auftreten. Nach derzeitiger Einschätzung sind mittel- bis langfristig bei über 70 % der zur Trinkwassergewinnung genutzten Quellwässer in den betrachteten Gebieten weitergehende Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich.

Dr. Stefan Stauder, Dipl.-Geoökol. Friederike Brauer,
Dr. Uwe Müller



Rohwasserqualität

Dargebots-Bedarfs-Analysen

GRUNDWASSER UND BODEN

Risikobewertungsbasierte Anpassung der Probennahmeplanung (RAP)

Wasserversorger haben seit der Änderung der Trinkwasserverordnung im Januar 2018 die Möglichkeit, bei der Trinkwasseruntersuchung vom bisherigen „starr“ System abzuweichen, sofern dies auf Grundlage einer Risikobewertung erfolgt. In Abhängigkeit von den jeweiligen Gegebenheiten, Bedürfnissen und Voraussetzungen können sowohl die Häufigkeit der Probennahme als auch der Parameterumfang angepasst werden.

Der Ansatz zu einer solchen risikobewertungsbasierten Anpassung der Probennahmeplanung (RAP) enthält viele Anforderungen, die schon im Technischen Regelwerk sowie der Trinkwasserverordnung verankert sind. Die RAP bildet somit eine Ergänzung zum bewährten Multibarrieren-

Konzept und soll dazu beitragen, die Mittel für die Probennahme effizienter zu nutzen. Mit Hilfe des risikobasierten Ansatzes soll die Analyse von Gefährdungen, möglichen Gefährdungsergebnissen sowie der resultierenden Risiken als Ergänzung der Endproduktkontrolle gestärkt werden.

Die Grundlagen für die Erstellung einer RAP wurden vom Umweltbundesamt (UBA) in Leitlinien beschrieben und 2018 veröffentlicht, um ein einheitliches Vorgehen zu unterstützen. Bei der Erstellung einer RAP kann sich der Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage (Usl) auch externer Unterstützung bedienen. Anschließend ist der Antrag beim zuständigen Gesundheitsamt zur Genehmigung einzureichen.

Das UBA hat zur Umsetzung der RAP ein Projekt aufgelegt, in dessen Begleitgruppe das TZW vertreten war. Darin wurde umfangreiches Schulungsmaterial erarbeitet, mit dessen Hilfe interessierte Wasserversorger und Gesundheitsämter in die Lage versetzt werden sollen, eine RAP zu erstellen bzw. zu bewerten.

Durch die langjährige Erfahrung des TZW im

Trinkwasserverordnung

Gesundheitsämter

Risikomanagement in der Wasserversorgung sowie die Teilnahme an der „Train-the-Trainer“-Schulung des UBA sind am TZW die Voraussetzungen gegeben, Wasserversorger bei der Erstellung einer RAP individuell fachlich zu begleiten. Die Unterstützung durch das TZW basiert auf den beim Wasserversorger vorliegenden Daten zur Wasserbeschaffenheit aus den vergangenen Jahren sowie den einschlägigen Normen, Leitlinien und Handbüchern zur Risikobewertung. Auch Schulungen, für einen oder

mehrere Wasserversorger gemeinsam, gegebenenfalls auch mit Vertretern der Gesundheitsämter, können methodisch fundiert angeboten werden. Für unverbindliche Informationsgespräche, Anfragen zu Schulungen oder zur Begleitung bei der Antragsstellung können sich interessierte Wasserversorger gerne an das TZW wenden.

Dipl.-Geoökol. Friederike Brauer,

Dipl.-Geoökol. Sebastian Sturm

Ausarbeitung und
Schulung

VERTEILUNGSNETZE

Ultrafiltration in der Trinkwasserinstallation

Am 31.01.2019 fand an der TU Dresden das Kick-off-Meeting zum BMWi Verbundvorhaben „EnOB: ULTRA-F - Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene“ statt.

Projektpartner sind die TU Dresden mit dem Institut für Energietechnik und dem Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, das TZW, das Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit des Uniklinikums Bonn, das IWW Rheinisch-Westfälische Institut für Wasserforschung gGmbH sowie das Institut für Infektionsmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein. Die Leitung des Verbundprojektes liegt bei der Professur für Gebäudenergietechnik und Wärmeversorgung des Institutes für Energietechnik der TU Dresden.

Nach den anerkannten Regeln der Technik ist zur Verhinderung von Legionellenkontaminationen in Trinkwassererwärmungsanlagen am Ausgang des Trinkwassererwärmers eine Temperatur von 60 °C und im Zirkulationssystem von mindestens 55 °C einzuhalten. Dieses Temperaturniveau erschwert den Einsatz von regenerativen Wärmeerzeugern und die Realisierung von niedrig temperierten Wärmenetzen.

Im Rahmen des im Zeitraum 2014 bis 2017 bearbeiteten BMWi-Verbundvorhabens „Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasserinstallation“ wurde gezeigt, dass in Neuinstallationen die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, eine Temperaturabsenkung um 5 Kelvin möglich ist.

Eine weitergehende Temperaturabsenkung kann jedoch aus trinkwasserhygienischer Sicht weder in Neubau- noch in Bestandsinstallationen empfohlen werden. Um das Potential erneuerbarer Energiequellen zur Wärmewende 2030 verstärkt nutzen zu können, wäre jedoch eine

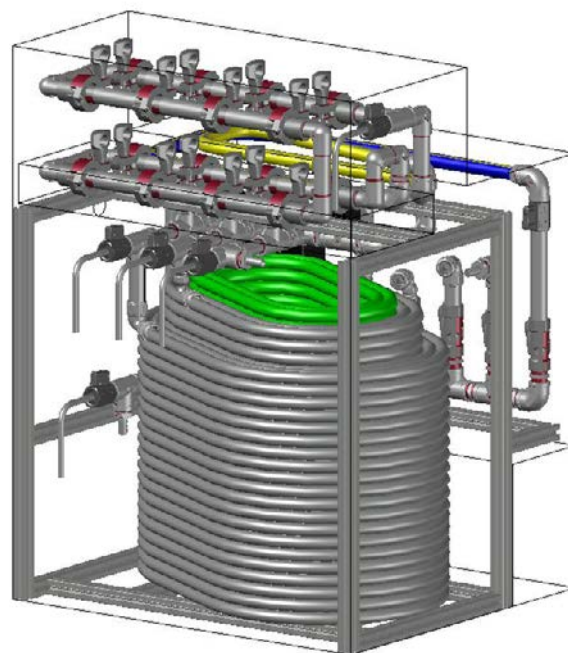
Absenkung der Temperatur im Zirkulationskreislauf auf 50 oder gar 45 °C erforderlich.

Ein sinnvoller technischer Ansatz zur Realisierung dieser deutlich abgesenkten Temperaturen wird derzeit intensiv diskutiert, wobei die gezielte Abscheidung von Mikroorganismen durch den Einsatz der Ultrafiltration in der Trinkwasserinstallation als Möglichkeit angeführt wird.

Ziel des Vorhabens ist deshalb die ganzheitliche und systematische Untersuchung von Trinkwasserinstallationen im Labor, im Technikum sowie im Feldversuch mit dem Ziel des Nachweises der Wirksamkeit der Ultrafiltration hinsichtlich der Sicherung eines hygienisch einwandfreien Betriebes bei abgesenkten Trinkwarmwassertemperaturen sowie der primärenergetischen Wirkungen und der Effekte der CO₂-Emissionsminderung.

Warmwassertemperatur

Dr. Burkhard Wricke



Kleintechnische Versuchsanlage TZW

MIKROBIOLOGIE UND MOLEKULARBIOLOGIE

Molekularbiologischer Nachweis der Denitrifikation

Aufgrund der exzessiven Anwendung von Stickstoffdüngern steigt weltweit die Belastung von Gewässern mit Stickstoffkomponenten, wobei Nitrat der am weitesten verbreitete Schadstoff ist. Mikrobielle Umwandlungsprozesse ermöglichen jedoch auf natürliche Weise die Verringerung der Nitratbelastungen. Eine wichtige Reaktion ist dabei die Denitrifikation, bei der Nitrat über Nitrit und Stickstoffmonoxid (NO) in die gasförmigen Komponenten Distickstoffmonoxid (N₂O) und atmosphärischen Stickstoff (N₂) umgewandelt wird. Die Einzelreaktionen werden von entsprechenden Enzymen katalysiert, die in bestimmten heterotrophen und autotrophen Bakterien vorkommen, den sogenannten Denitrifikanten.

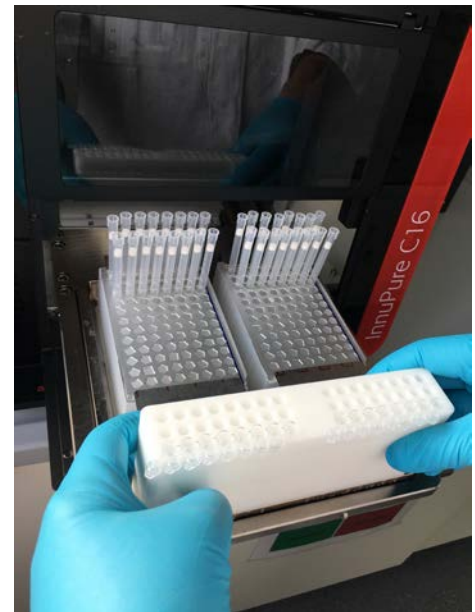
Um zu erfassen, ob diese Umwandlungsprozesse an einem Feldstandort ablaufen, wurden Methoden etabliert, um auf molekularbiologischer Ebene die funktionellen Gene der entsprechenden Reaktionsschritte nachweisen zu können. Dazu werden Wasserproben filtriert, die DNA wie auch die mRNA extrahiert und mittels quantitativer Polymerase-Kettenreaktion (qPCR) die Genkopienzahl analysiert. Mittels DNA-Analytik wird die Gesamtheit der in der Probe vorhandenen funktionellen Gene der Bakterien erfasst. Auf diese Weise kann das Potential zur Stimu-

lation der Denitrifikation mittels organischer oder anorganischer (z. B. Pyrit) Substanzen erfasst werden. In abbauaktiven Bakterien wird das funktionelle Gen in mRNA umgeschrieben.

Aufgrund des abnehmenden natürlichen Nitrat-abbau potentials wird die Nitratbelastung in Zukunft weiter steigen, was den Ressourcenschutz und die Trinkwasseraufbereitung vor neue Herausforderungen stellt. Die neu entwickelten und unter Umweltbedingungen validierten Methoden werden in weiteren Arbeiten dafür eingesetzt, erstens die natürlich ablaufende Denitrifikation in eutrophen Gewässern zu beurteilen sowie zweitens geeignete mikrobiologische Verfahren zur Nitratelimination aus belastetem Grundwasser zu entwickeln.

Referenz: Schäfer, C.; Ho, J.; Lotz, B.; Armbruster, J.; Putz, A.; Zou, H.; Li, C.; Ye, C.; Zheng, B.; Hügler, M.; Tiehm, A.: Evaluation and application of molecular denitrification monitoring methods in the northern Lake Tai, China. *Science of the Total Environment* 663: 686-695 (2019) DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.01.359

M. Sc. Charlotte Schäfer, Prof. Dr. Andreas Tiehm



Nachweis funktioneller Gene

Nitratelimination

ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Das TZW präsentiert sich mit neuer Website

Die Internetseite des TZW www.tzw.de wurde grundlegend überarbeitet und an die veränderten Seh- und Lesegewohnheiten angepasst. Eine übersichtliche Gestaltung der Seiten erhöht die Benutzerfreundlichkeit ebenso wie das responsive Webdesign, das für eine optimale Darstellung auf allen Endgeräten sorgt. Die Projektdatenbank ermöglicht eine passgenaue Suche nach Forschungsprojekten. Unter den verschiedenen Neuerungen fällt die frische Optik als Erstes ins Auge. Große und ausdrucksstarke Bilder lenken

den Fokus auf die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und geben einen ganz neuen Einblick in die Labore und technischen Anlagen des TZW. Klicken Sie doch einfach mal vorbei!

Dagmar Uhl, M. A.



KONTAKT

TZW

DVGW-Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84
D-76139 Karlsruhe
Tel.: (0721) 9678-0
Fax: (0721) 9678-101
Mail: info@tzw.de
Web: <https://www.tzw.de>

Geschäftsleitung

Dr. Josef Klinger
Tel.: (0721) 9678-110
josef.klinger@tzw.de

Analytik und Wasserbeschaffenheit

Dr. Frank Sacher
Tel.: (0721) 9678-120
frank.sacher@tzw.de

Wasserchemische Forschung

Dr. Marco Scheurer
Tel.: (0721) 9678-255
marco.scheurer@tzw.de

Technologie und Wirtschaftlichkeit

Dr. Frank Sacher

Mikrobiologie und Molekularbiologie

Prof. Dr. Andreas Tiehm
Tel.: (0721) 9678-137
andreas.tiehm@tzw.de

Grundwasser und Boden

Dipl.-Geol. Joachim Kiefer
Tel.: (0721) 9678-200
joachim.kiefer@tzw.de

Verwaltung

Dipl.-Betriebswirt Thomas Maier
Tel.: (0721) 9678-140
thomas.maier@tzw.de

Prüfstelle Wasser

Dr. Josef Klinger
Tel.: (0721) 93163-10 / Fax: (0721) 93163-99
josef.klinger@tzw.de

Korrosion

Dr. Robertino Turković
Tel.: (0721) 93163-13 / Fax: (0721) 93163-99
robertino.turkovic@tzw.de

Außenstelle Dresden - Verteilungsnetze

Wasserwerkstraße 2, D-01326 Dresden
Dr. Burkhard Wricke
Tel.: (0351) 85211-44 / Fax: (0351) 85211-10
burkhard.wricke@tzw.de

VERSCHIEDENES

DVGW Studienpreis Wasser 2018 für Carolin Reitter

Frau Carolin Reitter wurde am 23.10.2018 in Berlin für ihre Masterarbeit mit dem DVGW Studienpreis Wasser ausgezeichnet.

Hauptbestandteil der Arbeit waren Untersuchungen zum Vorkommen der Indikatorbakterien *E. coli*, coliforme Bakterien und Enterokokken in Schnecken. Die Ergebnisse sind für die Praxis der Wasserversorgung sehr relevant. Wir gratulieren ihr herzlich zu dieser Auszeichnung.



1st Venator Water Award für Yanina Müller

Für ihre am TZW angefertigte Masterabschlussarbeit zum Thema „Identification and Quantification of Microplastics in the Longitudinal Profile of the River Elbe, Germany“ wurde Frau M. Sc. Yanina Katharina Müller mit dem ersten Preis des Venator Water Science Award 2018 ausgezeichnet. Die Verleihung fand im Dezember 2018 an der Universität Duisburg-Essen statt.

Wir freuen uns, dass Carolin Reitter und Yanina Müller weiterhin als wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am TZW tätig sind.

VERANSTALTUNGEN

14. Mai 2019 / Dresden 28. Trinkwasserkolloquium Dresden „Impuls zu aktuellen Wasserthemen“

Das 28. Dresdner Trinkwasserkolloquium widmet sich aktuellen Themen der Wasserversorgung. Behandelt werden die Ergebnisse laufender und abgeschlossener Forschungsvorhaben, Praxisprojekte und aktuelle Fragen der Wassergüte, Wasseraufbereitung und Wasserverteilung. Die ausgewählten Themen sollen einen Impuls für die Zukunft geben.
Programm und Anmeldung unter: www.tzw.de

4. Dezember 2019 in Karlsruhe 24. TZW-Kolloquium Termin bitte vormerken