



# **DVGW-TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER**

**Jahresbericht 2015**



Karlsruhe, 16.03.2016

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe  
[www.tzw.de](http://www.tzw.de)

## Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Tätigkeiten des TZW - Zusammenfassung .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Arbeitsschwerpunkte der Abteilungen .....</b>  | <b>11</b> |
| 2.1      | Analytik und Wasserbeschaffenheit .....   | 11        |
| 2.2      | Technologie und Wirtschaftlichkeit.....   | 13        |
| 2.3      | Grundwasser und Boden.....  | 15        |
| 2.4      | Mikrobiologie .....   | 19        |
| 2.5      | Umweltbiotechnologie und Altlasten.....   | 21        |
| 2.6      | Korrosion.....  | 23        |
| 2.7      | Prüfstelle Wasser .....   | 26        |
| 2.8      | Außenstelle Dresden.....  | 27        |
| <b>3</b> | <b>Wissenstransfer zu Versorgungsunternehmen .....</b>                                    | <b>30</b> |
| <b>4</b> | <b>TZW-interne Forschungsseminare.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>5</b> | <b>Aus dem TZW .....</b>  | <b>34</b> |
| 5.1      | Spatenstich für den TZW-Erweiterungsbau zum<br>Wasser Campus.....                         | 34        |
| 5.2      | Nachfolgeregelung in der TZW-Abteilungsleitung<br>Technologie und Wirtschaftlichkeit..... | 35        |
| 5.3      | Ernennung zum Honorarprofessor .....  | 36        |
| <b>6</b> | <b>Internationale Kontakte .....</b>  | <b>37</b> |
| 6.1      | Zielstellung.....   | 37        |
| 6.2      | Kontakte innerhalb laufender Projekte .....   | 37        |
| 6.2.1    | SIGN: Sino-German water supply network.....   | 37        |
| 6.3      | Kontakte außerhalb laufender Projekte .....   | 38        |
| 6.3.1    | WssTP-Arbeitsgruppe „Water and Energy“ .....  | 38        |
| 6.3.2    | Vorsitz in der weltweiten Wasser-Forschungscoalition<br>(GWRC) .....                      | 38        |
| 6.3.3    | GWRC-Workshop zu Mikroplastik am 09. und 10.06.2015<br>im TZW.....                        | 39        |
| 6.3.4    | Deutsch-Israelischer Gedankenaustausch zu<br>Antibiotikaresistenzen .....                 | 41        |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>7</b> | <b>Kurzfassungen von ausgewählten F&amp;E-Vorhaben, die im Jahr 2015 abgeschlossen wurden.....</b>  | <b>42</b> |
| 7.1      | TAPES - Transnational Action Program on Emerging Substances .....   | 42        |
| 7.2      | Potentiale der elektrochemischen Scaleinhibierung bei Membrananlagen in der zentralen Trinkwasseraufbereitung und deren Umsetzung an einer Demonstrationsanlage .....   | 42        |
| 7.3      | Untersuchungen der Auswirkungen einer Konzentrateinleitung aus Anlagen der zentralen Trinkwasserentsalzung in Fließgewässer.....  | 43        |
| 7.4      | Entwicklung von Technologien für eine energieeffiziente Trinkwassergewinnung mittels UV-LEDs .....  | 44        |
| 7.5      | Studie zur Relevanz von Mikroplastik-Rückständen für die Wasserversorgung .....   | 45        |
| 7.6      | Entfernung von iodierten Röntgenkontrastmitteln durch elementares Eisen - Ein Beitrag zur Verbesserung der Rheinwasserbeschaffenheit .....  | 46        |
| 7.7      | Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen durch weitergehende Behandlung von Kläranlagenabläufen und Mischwasser aus Regenüberlaufbecken verschiedener Größe zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodenseezuflusses Schussen (SchussenAktivplus) ..... | 47        |
| 7.8      | DVGW-Forschungsvorhaben: Einfluss von Wasserzählern auf die mikrobiologische Beschaffenheit der nachgeschalteten Trinkwasser-Installation - Bestandsaufnahme, Istzustandsanalyse, Regelwerk.....  | 48        |
| 7.9      | Vulnerabilitätsanalyse von Wasserversorgungsunternehmen im südlichen Schwarzwald hinsichtlich des Klimawandels .....  | 49        |
| 7.10     | Entwicklung eines neuen kombinierten Verfahrens zur Abluftreinigung mittels biologischem Abluftwäscher und vorgeschalteter UV-Oxidation/ -Katalyse für spezielle Industrieabluft.....   | 49        |
| 7.11     | Entwicklung einer innovativen Sanierungstechnologie für cDCE- und VC-Grundwasserschäden durch simultane Sauerstoffzugabe und Bioaugmentation .....  | 50        |
| 7.12     | Verhalten von Antibiotika-Resistenzgenen bei der Trinkwasseraufbereitung: Eine Vergleichende Risikobewertung für die Wasserversorgung.....  | 51        |
| 7.13     | SMART – Sustainable Management of Available Water Resources with Innovative Technologies. Teilprojekt: Biologie und Grundwasseranreicherung.....  | 53        |

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 7.14     | Online-Fluoreszenzsensor zur Bestimmung organischer Inhaltsstoffe zur Kontrolle und Steuerung von Wasserwerksprozessen ..... | 54        |
| <b>8</b> | <b>Kurzfassungen von ausgewählten TZW-finanzierten F&amp;E-Projekten .....</b>   | <b>56</b> |
| 8.1      | Veranlassung .....   | 56        |
| 8.2      | Typisierung und Identifizierung von coliformen Bakterien .....   | 56        |
| 8.3      | Entwicklung von Multi-Methoden zur Bestimmung von pharmazeutischen Wirkstoffen mittels HPLC/MS-MS .....                      | 56        |
| 8.4      | Bestimmung von Transformationsprodukten nach Oxidations- und Desinfektionsverfahren.....                                     | 57        |
| 8.5      | Vergleichende Untersuchungen zur Stoffmigration nach verschiedenen nationalen und europäischen Verfahren .....               | 57        |
|          | <b>Anlage 1: Publikationen .....</b>   | <b>59</b> |
|          | <b>Anlage 2: GWRC Annual Review 2014/2015.....</b>   | <b>73</b> |



## 1 Tätigkeiten des TZW - Zusammenfassung

Das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser ist eine organisatorisch und hauswirtschaftlich verselbstständigte, gemeinnützige Einrichtung des DVGW und verfügt über Standorte in Karlsruhe, Dresden und Hamburg. Das TZW ist unter dem Dach des DVGW die größte tragende Einrichtung und dient als Zentrum des DVGW zur fachlich-technischen Unterstützung in allen Fragestellungen im Wasserkreislauf unter besonderer Berücksichtigung von Trinkwasser. Das TZW arbeitet auf wissenschaftlich-technischer Basis unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte Lösungsvorschläge für Wasserwerke, Unternehmen und Kommunen aus und begleitet auch aktiv die Umsetzung in der Praxis im Sinne des DVGW-Regelwerkes. Dazu verfügt das TZW über umfangreiches Wissen zu allen Fragen rund um die Trinkwasserversorgung, wobei im Berichtszeitraum 2015 folgende Themen im Fokus standen.

Die Abteilung **Analytik und Wasserbeschaffenheit** ist in der Lage, etwa 1.600 Stoffe in Wasserproben zu analysieren. Dazu stehen modernste und leistungsfähige Analysengeräte wie zum Beispiel mehrere ICP/MS-Systeme, GC/MS-MS, HPLC/MS-MS sowie ein hochauflösendes Massenspektrometer zur Verfügung, die in verschiedenen Monitoringprogrammen und zur Klärung konkret anstehender Fragestellungen der Wasserversorgungsunternehmen zum Einsatz kommen. Einen Schwerpunkt im Forschungsbereich stellte die Analytik von per- und polyfluorierten Verbindungen sowie die Entwicklung und Anwendung summarischer Parameter zur Erfassung von Organofluorverbindungen als adsorbierbares organisch gebundenes Fluor (AOF) in Wasserproben und als extrahierbares organisch gebundenes Fluor (EOF) für Feststoffe dar.

Herausforderungen entstanden in der Abteilung **Technologie und Wirtschaftlichkeit** bei der Bearbeitung nationaler und internationaler Projekte zur Arsenentfernung aus Grundwässern unter schwierigen wasserchemischen Randbedingungen oder bei der Beurteilung handelsüblicher und neuer Aktivkohlen hinsichtlich ihrer Adsorptionskapazität für organische Spurenstoffe. In zahlreichen Projekten mit Wasserversorgern wurden Aufbereitungsprozesse auf Basis neuer Erkenntnisse optimiert. Erstmals wurden im großtechnischen Maßstab an drei Modellstandorten die Auswirkungen einer Konzentrateinleitung durch Umkehrosmoseanlagen auf die Ökologie der Fließgewässer untersucht. Ein weiteres, im Berichtszeitraum abgeschlossenes Forschungsvorhaben befasste sich mit dem Einsatz von UVC-LEDs als alternative Strahlungsquellen für die Desinfektion von Trinkwasser.

Durch die Abteilung **Grundwasser und Boden** wird die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Baden-Württemberg neben der wissenschaftlich-technischen Betreuung seit Ende 2015 auch operativ betrieben. Damit wird die Datenbank nun komplett am TZW geführt. Bereits seit 2012 wird die bundesweite Rohwasserdatenbank Pflanzenschutzmittel Wasserversorgung betrieben und wissenschaftlich geleitet. Deren Datenbasis umfasst 9.000 Rohwasserentnahmestellen von 1.800 Wasserversorgungsunternehmen mit ca. 64.000 Analysen auf Pflanzenschutzmittel und deren Me-

taboliten und gibt einen bundesweiten Überblick über die tatsächliche Belastungssituation im Rohwasser. Das systematische, prozessbasierte Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung (Water Safety Plans) war Gegenstand vieler Projekte mit Wasserversorgungsunternehmen. Dazu wurden gemeinsam mit dem jeweiligen Wasserversorger Risikomanagementsysteme gemäß DVGW-Hinweis W 1001 erarbeitet und umgesetzt. Dabei kam erstmals ein neuer GIS-basierter Ansatz zur Risikoabschätzung für Einzugsgebiete von Trinkwassertalsperren zum Einsatz.

Die Abteilung **Mikrobiologie** konzentrierte sich im Jahr 2015 auf wissenschaftliche Kooperationen mit Wasserversorgern bei mikrobiologischen Problemen im Leitungsnetz. Dabei traten wiederum coliforme Bakterien auf. Für die Ursachenforschung zum Nachweis coliformer Bakterien wurden von der Abteilung Mikrobiologie entwickelte molekularbiologische Methoden zur Stammtypisierung mittels RAPD-PCR angewandt. Zudem erarbeitete die Abteilung Mikrobiologie gemeinsam mit Wasserversorgern Handlungspläne für den Netzbetrieb ohne Desinfektionsmittelrestgehalte. Daneben wurden einige Versorgungsunternehmen bei der Abstellung der abschließenden Chlordesinfektion begleitet.

Schwerpunkte der Abteilung **Umweltbiotechnologie und Altlasten** lagen bei der Koordination des deutsch-chinesischen Verbundprojektes SIGN, dem natürlichen und stimulierten Abbau von CKW und Teeröl-Schadstoffen, dem Nachweis und Elimination von Antibiotika-Resistenzgenen, der Weiterentwicklung des Microbial Source Tracking sowie in der Abwasserbehandlung mit der Verfahrenskombination Elektrochemie/Mikrobiologie. Beim mikrobiologischen Abbau von halogenierten Substanzen und Teeröl-Schadstoffen in Grundwasser und Boden wurden heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe zunehmend als relevante Kontaminanten an z. B. Gaswerks- und Kokerei-Standorten analysiert. Bei den CKW wurde der am TZW erstmals nachgewiesene aerobe produktive Abbau von Trichlorethen (TCE) an mehreren Standorten bestätigt. Molekularbiologische Methoden bieten auch die Möglichkeit, sehr spezifische Nachweise von Antibiotika-Resistenzgenen und Markergenen zu führen. Neue PCR-Methoden wurden in einem ländlichen Karsteinzugsgebiet zur Identifikation fäkaler Eintragsquellen (Microbial Source Tracking) als alternativer methodischer Ansatz für das Risikomanagement eingesetzt.

Die Abteilung **Korrosion** fokussierte im Berichtszeitraum den Einfluss von Wässern, die mit unterschiedlichen Technologien aufbereitet werden, auf metallene Werkstoffe sowie die Bewertung von Korrosionsschadensfällen im Versorgungssystem. Hierbei war insbesondere von Interesse, inwieweit Änderungen in der Trinkwasseraufbereitungstechnologie im Wasserwerk sich auf die Kupferlöslichkeit beim Einsatz von Kupferrohren auswirkt. Im Berichtszeitraum wurden zwei Forschungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen. Ergebnisse dieser Projekte wie die Standardisierung eines Testverfahrens für epoxidharzbeschichtete Stahlbehälter fließen direkt in die DVGW-Regelsetzung ein, während das zweite Projekt dem Umweltbundesamt als Grundlage für die Anpassungen der Leitlinien zur hygienischen Bewertung organischer Mate-

rialien dient. Dies zeigt wiederholt die hohe Praxisrelevanz der am TZW durchgeführten Forschung.

An der **Prüfstelle Wasser** waren der Umfang von Erstprüfungen zum Nachweis der hygienischen Eignung von Produkten und Materialien sowie die mechanisch-funktionalen Prüfungen von Produkten im Kontakt mit Trinkwasser auch im Jahr 2015 unverändert hoch. Da im Zuge der Europäischen Harmonisierung der Hygieneanforderungen auch die Leitlinien des Umweltbundesamtes schrittweise überarbeitet werden, war die Prüfstelle Wasser intensiv in die Fachgremien des Umweltbundesamtes eingebunden. Auch im Sinne der Aufrechterhaltung des Prüfwesens Wasser im DVGW waren die Mitarbeiter umfangreich in der Normungsarbeit tätig. Dies gilt insbesondere für den Übergangsprozess im DVGW zu den mittlerweile etablierten neuen DIN-DVGW Normungskomitees. Auch die Zusammenarbeit mit der Industrie konnte weiter intensiviert werden. Von besonderer Bedeutung waren Produkte, die neu entwickelt wurden und für die noch keine normativen Prüfgrundlagen bestehen. Diese Entwicklung zeigt deutlich den Bedarf an qualitativ hohen und unabhängigen Prüfungen, um die Leistungsfähigkeit von Produkten insbesondere im Sinne des Verbraucherschutzes nachweisen zu können. Ebenso wurden mehrere Forschungsprojekte begonnen, welche sich insbesondere mit der Desinfektionswirksamkeit von UV-Geräten beschäftigen. Hierbei werden u. a. neue Lampentypen entwickelt und geprüft. Darüber hinaus können jetzt auch UV-Sensoren qualifiziert werden. Besondere Bedeutung wird in Zukunft der strategischen Kooperation mit den USA bei der UV-Geräteprüfung beigemessen, welche erfolgreich angestoßen wurde.

Die **Außenstelle des TZW in Dresden** stellte Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Wasserverteilung in den Mittelpunkt der Arbeiten. Beispielsweise wurde im Rahmen eines deutsch-französischen Verbundprojektes ein ganzheitliches Management-System für Trinkwassernetze entwickelt. Als Resultat eines ebenfalls im Berichtszeitraum abgeschlossenen EU-Projektes steht ein Prognosetool zur Verfügung, das auf Basis bestimmter Kennwerte das Wasserverbrauchsprofil für den Folgetag auf Stundenbasis abbildet. Praxistests in einer Stadt mit 300.000 Einwohnern belegen die gute Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Wasserbedarf. In Zusammenarbeit mit 12 Wasserversorgungsunternehmen wurden innerhalb eines weiteren Forschungsprojektes hochaufgelöste Messungen zum Wasserverbrauch in über 250 Objekten durchgeführt. Hierbei werden neben dimensionierungsrelevanten Daten auch die den Wasserverbrauch bestimmenden Nutzungen ausgewertet, um künftig noch präzisere Prognoseinstrumente den Versorgungsunternehmen zur Verfügung stellen zu können.

Das Interesse an den **TZW-Kolloquien** in Karlsruhe und Dresden, an denen mehr als 250 Experten von Versorgungsunternehmen, Behörden und Industrieunternehmen teilnahmen, blieb auch im Jahr 2015 auf konstant hohem Niveau. Analog positive Eindrücke konnten bei weiteren vom TZW organisierten Veranstaltungen wie dem AWBR-Kolloquium zur Thematik Spurenstoffe oder der TZW-Diskussionsreihe über

Trinkwasser-Installationen gesammelt werden. Die Print- und Online-Medien des TZW erhielten im Berichtszeitraum weiteren Zuwachs. Hierbei handelt es sich um fünf Bände der TZW-Schriftenreihe sowie um drei Newsletter. Die Homepage des TZW ([www.tzw.de](http://www.tzw.de)) informiert regelmäßig über aktuelle Ergebnisse aus der Wasserforschung.

Bei den **internationalen Tätigkeiten** führt das TZW den Ausbau der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit mit Asien konsequent weiter. Katalysator im Berichtszeitraum war der Beginn des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Forschungsprojektes SIGN (Sino German water supply Network). Bei dem Verbundvorhaben übernahm das TZW die Koordination für 6 chinesische und 15 deutsche Projektpartner. Dem Projekt liegt die Tatsache zugrunde, dass zahlreiche Oberflächengewässer in China durch eine starke Eutrophierung und Verschmutzung mit organischen Spurenstoffen gekennzeichnet sind. Am Beispiel des Tai-Sees, einem See mit der vierfachen Fläche des Bodensees und dem Trinkwasserreservoir für mehrere Millionenstädte, werden angepasste Maßnahmen für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung entwickelt. Innerhalb der Global Water Research Coalition (GWRC, [www.globalwaterresearchcoalition.net](http://www.globalwaterresearchcoalition.net)) übernahm das TZW den Vorsitz. Gleichzeitig wurden künftige Forschungsaufgaben neu justiert. Für den Raum Europa wurde in Zusammenarbeit mit der DVGW-Hauptgeschäftsführung die neue WssTP-Arbeitsgruppe „Water and Energy“ ins Leben gerufen.

Im Berichtsjahr wurden entsprechend Anlage 1 am TZW **94 Publikationen** in Fachzeitschriften sowie in Konferenzunterlagen angefertigt. Mit Stand zum 31.12.2015 befanden sich am TZW **39 Forschungsvorhaben** in Bearbeitung, die im Wesentlichen durch das BMBF, das BMWi, den DVGW und von der EU gefördert wurden. Darüber hinaus stehen Informationen zu abgeschlossenen Forschungsvorhaben im vorliegenden Jahresbericht zur Verfügung.

Als Zentrum für alle Fragestellungen zum Trinkwasser und zur Unterstützung des DVGW in seinen satzungsgemäßen Aufgaben war das TZW intensiv in die zukünftige Ausrichtung des DVGW mit seiner Strategie DVGW 2025 eingebunden.

Zudem ist in 2015 nach intensiven Vorplanungen mit dem Erweiterungsbau des TZW zum Wasser Campus begonnen worden. Damit ist das TZW für die zukünftigen Aufgaben im DVGW gut gerüstet.

## **2 Arbeitsschwerpunkte der Abteilungen**

### **2.1 Analytik und Wasserbeschaffenheit**

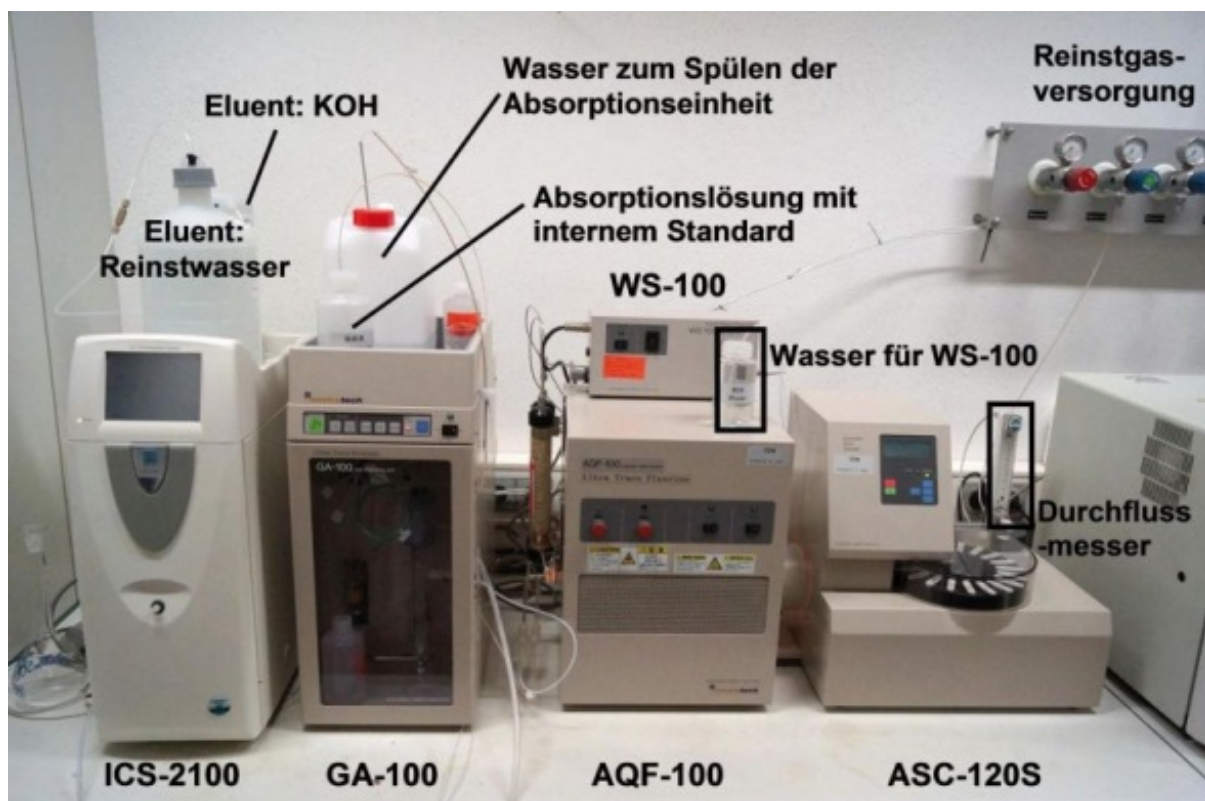
In den letzten Jahren hat die Anzahl der zu analysierenden chemischen Parameter und organischen Spurenstoffe erheblich zugenommen, so dass heute in der Abteilung Analytik und Wasserbeschaffenheit ca. 1.600 Stoffe in der internen Labordatenbank gelistet sind und in Wasserproben analysiert werden können. Meist handelt es sich um organische Verbindungen, wie zum Beispiel Pflanzenschutzmittel (ca. 200), Arzneimittelwirkstoffe (ca. 350) und Industriechemikalien (ca. 600), sowie um bekannte Metaboliten und Transformationsprodukte, die über den Chemikalienhandel beschafft wurden. In Einzelfällen war es notwendig, die gewünschten Substanzen selbst im Labor zu synthetisieren und aufzureinigen. Aufgrund der extrem großen Stoffvielfalt (mehr als 100 Mio. Stoffe sind bei [www.cas.org](http://www.cas.org) registriert) und einer groben Abschätzung, dass etwa 50.000 bis 100.000 organische Stoffe in der aquatischen Umwelt vorkommen können, bedeutet es eine sehr große Herausforderung für die Abteilung, einerseits die Anfragen von EU-Wasserversorgungsunternehmen, Behörden, Unternehmen etc. bezüglich neuer Stoffe zu beantworten und andererseits zeitnah erste Untersuchungen auf die gewünschten Verbindungen in Wasserproben (Roh- und Trinkwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, Abwasser) sowie in Feststoffen und Biota durchzuführen.

Am TZW stehen für diese Aufgaben modernste und leistungsfähige Analysengeräte wie zum Beispiel mehrere ICP/MS-Systeme, GC/MS-MS, HPLC/MS-MS sowie ein hochauflösendes Massenspektrometer zur Verfügung. Durch intelligente Verknüpfung und Kombination von chromatografischen Verfahren mit Massenspektrometer-Systemen können inzwischen Wasserproben ohne Anreicherung auf eine Vielzahl von organischen Spurenstoffen untersucht werden.

Ein Schwerpunkt der analytischen Arbeiten lag im Jahr 2015 bei Überwachungs- und Qualitätsuntersuchungen nach Trinkwasserverordnung, Wasserrahmenrichtlinie, Grund- und Oberflächengewässerverordnung sowie sonstigen gesetzlichen Regelungen, die insbesondere im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen, Behörden, Industrieunternehmen sowie sonstigen Auftraggebern erfolgten. Des Weiteren wurden wiederum umfassende Monitoringprogramme an Rhein, Elbe, Donau sowie in Seen auf eine Vielzahl von anorganischen und organischen Stoffen durchgeführt. Diese Untersuchungen im Auftrag der Wasserwerksverbände (AWBR, ARW, RIWA, IAWD, AWE) sind ein wichtiger Baustein des betriebsinternen Risikomanagements und daher für den vorsorgenden Gewässerschutz und die nachhaltige Sicherung der Trinkwasserversorgung in großen Flusseinzugsgebieten unerlässlich.

Bei Forschungsvorhaben lag der Fokus auf der Entwicklung von spurenanalytischen Bestimmungsmethoden für neue und bislang unbekannte organische Stoffe (emerging substances) in der aquatischen Umwelt. Ein Schwerpunkt im Berichtszeit-

raum waren Forschungsarbeiten zur Analytik und zum Vorkommen von per- und polyfluorierten Verbindungen (PFC, Synonym: PFAS) sowie zur Entwicklung und Anwendung summarischer Parameter zur Erfassung von Organofluorverbindungen als adsorbierbares organisch gebundenes Fluor (AOF) in Wasserproben und als extrahierbares organisch gebundenes Fluor (EOF) für Feststoffe, z. B. Boden und Kompost (Bild 2.1). In verschiedenen Forschungsvorhaben werden aktuelle Fragestellungen zu Vorkommen, Bildung und Entfernung von Metaboliten und Transformationsprodukten bei natürlichen und technischen Aufbereitungsverfahren untersucht sowie schnellere, robustere und spezifische Analysemethoden erarbeitet. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Anreicherung und Detektion von Mikroplastik-Partikeln im Wasserkreislauf und bei der Trinkwasseraufbereitung.



**Bild 2.1:** Combustion Ion Chromatography (CIC)-System zur Bestimmung von organisch gebundenem Fluor (Geräte von links nach rechts: IC, Absorption, Verbrennung, Autosampler)

Die Leistungsfähigkeit und hohe Qualität der analytischen Arbeiten wurden durch interne und externe Audits sowie durch sehr erfolgreiche Teilnahmen an nationalen und internationalen Ring- und Vergleichsuntersuchungen bestätigt. Die Abteilung Analytik und Wasserbeschaffenheit beteiligt sich seit Jahren auch an den Arbeiten zur Entwicklung und Normung von Analysemethoden.

## 2.2 Technologie und Wirtschaftlichkeit

Im Berichtszeitraum erarbeiteten die Mitarbeiter der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit in enger Zusammenarbeit mit Wasserversorgungsunternehmen praxisnahe und wissenschaftlich fundierte Lösungen für Fragen in Zusammenhang mit der Trinkwasseraufbereitung. Vorrangiges Ziel war es, wirtschaftlich tragbare Lösungen mit einem hohen Grad an Versorgungssicherheit zu finden. Fallspezifisch wurden maßgeschneiderte Aufbereitungskonzepte erarbeitet und deren großtechnische Umsetzung bei Versorgungsunternehmen begleitet.

Besondere Herausforderungen entstanden durch die Bearbeitung verschiedener nationaler und internationaler Projekte zur Arsenentfernung aus Grundwässern unter schwierigen wasserchemischen Randbedingungen oder zur Beurteilung sämtlicher handelsüblicher und neuer Aktivkohlen (Korn- und Pulverkohlen) hinsichtlich ihrer Adsorptionskapazität für organische Spurenstoffe. In zahlreichen Projekten mit Wasserversorgern wurden Aufbereitungsprozesse optimiert, beispielsweise bei Aktivkohle- und Ionenaustauschverfahren zur Entfernung von verschiedenen Spurenstoffen wie per- und polyfluorierte Verbindungen (Bild 2.2), PSM-Metaboliten oder Arzneimittelrückständen, bei der Schnellentcarbonisierung zur weitergehenden Nutzung der anfallenden Pellets zur Entsäuerung und Aufhärtung (Bild 2.3) oder bei der Aufbereitung eines stark eisenhaltigen Grundwassers (Bild 2.4).



**Bild 2.2:** Versuchsanlage zur Entfernung von per- und polyfluorierten Verbindungen mittels Ionenaustauschern

In weiteren Forschungsprojekten befassten sich Mitarbeiter der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit mit der scaleinhibierenden Wirkung einer elektrochemischen Behandlung als Ersatz für die Dosierung von Antiscalants bei der Umkehrosmose, mit der Expositionsabschätzung gegenüber ionisierender Strahlung für Schlämme und Filtermaterialien aus Grundwasserwerken oder mit der Erarbeitung eines standardisierten Phagen-Rückhaltetests zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Ultrafiltrationsmembranen als Prüfgrundlage im Sinne des DVGW-Regelwerks. Viele der genannten Projekte wurden in enger Zusammenarbeit mit Wasserversorgungsunternehmen durchgeführt.

In einem vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg finanzierten Forschungsprojekt wurden erstmalig im großtechnischen Maßstab an drei Modellstandorten die Auswirkungen einer Konzentrateinleitung durch Umkehrosmoseanlagen auf die Ökologie der Fließgewässer untersucht. Damit steht nun eine belastbare Datenbasis bereit, um auch bei künftigen Anlagen die Umweltverträglichkeit solcher Anlagen sicherzustellen.



**Bild 2.3:** Versuchsanlage zur Entsäuerung und Aufhärtung mittels Kalkpellets



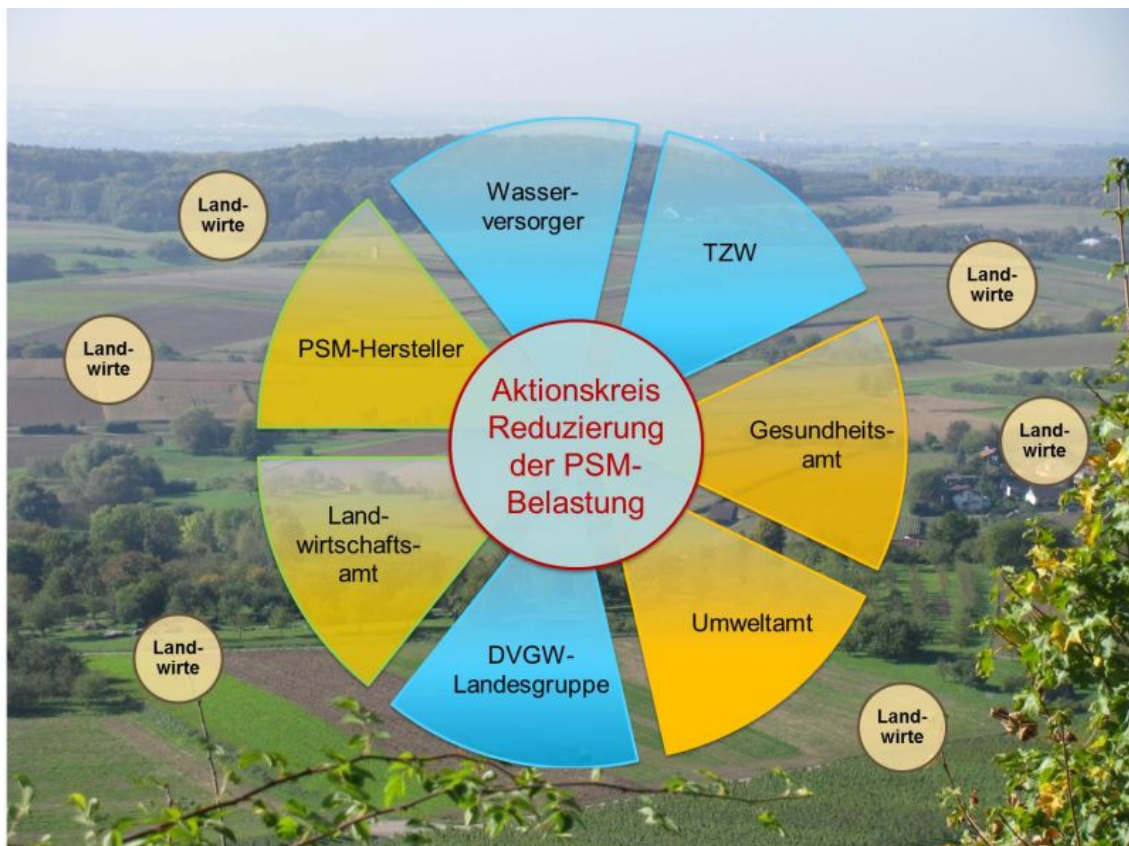
**Bild 2.4:** Halbtechnische Versuche zur Enteisung

Darüber hinaus wurde ein durch das BMBF gefördertes Verbundprojekt zum Einsatz von UVC-LEDs als alternative Strahlungsquellen für die Desinfektion von Trinkwasser erfolgreich abgeschlossen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand ein Vergleich der Desinfektionswirksamkeit konventioneller Quecksilberdampflampen und verschiedener LED-Typen. Zahlreiche neu initiierte und neu begonnene Projekte zur UV-Desinfektion zeigen das große Potential dieser vergleichsweise neuen Technologie für die Trinkwasseraufbereitung.

### **2.3 Grundwasser und Boden**

Die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Baden-Württemberg (GWD-WV) erfasst landesweit die Beschaffenheitsdaten der Grund- und Quellwasservorkommen, die von den baden-württembergischen Wasserversorgungsunternehmen zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Diese wurde bisher vom TZW wissenschaftlich begleitet, seit dem 01.12.2015 erfolgt auch der operative Betrieb am TZW.

Die Ergebnisse der GWD-WV zeigen für verschiedene Regionen des Landes eine Rohwasserbelastung mit Abbauprodukten von Pflanzenschutzmitteln. Die DVGW-Landesgruppe Baden-Württemberg hat die Initiative zur nachhaltigen Reduzierung dieser Belastung in drei betroffenen Gebieten ergriffen und finanziert die Durchführung eines TZW-Projekts über drei Jahre. In den ausgewählten Gebieten wurde vom TZW jeweils ein PSM-Aktionskreis mit den betroffenen Akteuren eingerichtet (Bild 2.5), in dem über die gebietsspezifische Befundlage informiert und unter Moderation des TZW Maßnahmen zur Reduzierung der PSM-Belastung diskutiert und initiiert wurden.



**Bild 2.5:** Zusammensetzung der Aktionskreise im Rahmen des Projekts der DVGW-Landesgruppe

Seit 2012 wird am TZW die bundesweite Rohwasserdatenbank Pflanzenschutzmittel Wasserversorgung (RWDB) betrieben und wissenschaftlich geleitet (Bild 2.6). Die Datenbank umfasst 9.000 Rohwasserentnahmestellen von 1.800 Wasserversorgungsunternehmen mit ca. 64.000 Analysen auf Pflanzenschutzmittel (PSM) und deren Metaboliten und gibt einen bundesweiten Überblick über die tatsächliche Belastungssituation im Rohwasser. Auf Grundlage der TZW-Auswertungen konnten erstmals bundesweit „hot-spots“ für eine anschließende Problemlösung vor Ort detektiert werden. Hier entwickeln die Verbände DVGW, IVA, BDEW und VKU, die den Aufbau bzw. den Betrieb finanziell förderten, mit den betroffenen Wasserversorgern geeigne-

te Maßnahmen, um die Einträge zu reduzieren. Aufgrund des erfolgreichen Projektverlaufs wurde der Betrieb am TZW im Jahr 2015 bis zum Jahr 2018 um weitere drei Jahre verlängert.

## Die Rohwasserdatenbank Wasserversorgung



**Bild 2.6:** Die Rohwasserdatenbank Wasserversorgung - ein zielorientiertes und effizientes Instrument für den Gewässerschutz

Das systematische, prozessbasierte Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung („Water Safety Plans“, WSP) war Gegenstand vieler Projekte und Aufträge. Für mehrere Wasserversorgungsunternehmen wurden gemeinsam mit dem jeweiligen Wasserversorger Risikomanagementsysteme gemäß DVGW-Hinweis W 1001 erarbeitet und umgesetzt. Dabei kam erstmals auch ein neuer GIS-basierter Ansatz zur Risikoabschätzung für Einzugsgebiete von Trinkwassertalsperren zum Einsatz.

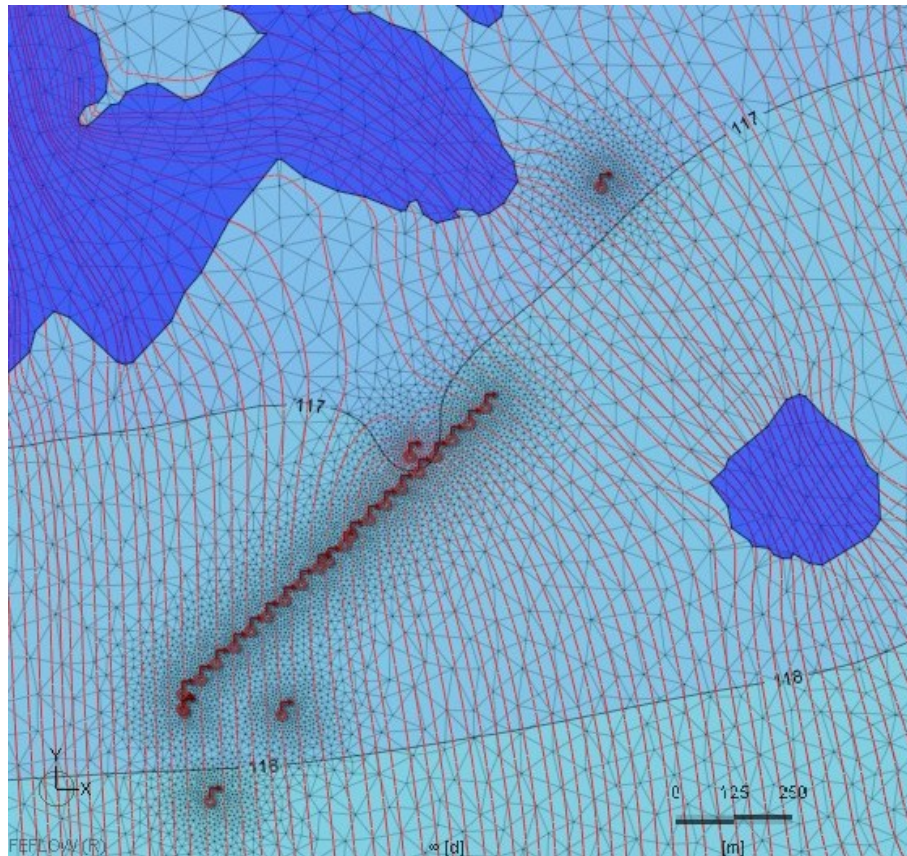
Im Forschungsprogramm KLIMOPASS des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg wurde das Projekt „Vulnerabilitätsanalyse von Wasserversorgungsunternehmen im südlichen Schwarzwald hinsichtlich des Klimawandels“ durchgeführt. In der Abteilung Grundwasser und Boden wurden die im Projektgebiet vorhandenen Wasserversorgungsstrukturen digitalisiert und in einem Geografischen Informationssystem (GIS) erfasst.

Im Forschungsprojekt „Standortbezogene Minimierungsstrategie für den Metaboliten-Eintrag in das Grundwasser“ des badenova-Innovationsfonds wollen bnNETZE und das TZW gemeinsam untersuchen, welche Bedingungen in Wassereinzugsgebieten die Entstehung und das Verhalten von ausgewählten PSM-Metaboliten beeinflussen. Neben der vergleichenden Auswertung der Daten zu Bodenbeschaffenheit, Hydrogeologie und landwirtschaftlicher Nutzung in zwei Untersuchungsgebieten wird in einer Laborlysimeteranlage (Bild 2.7) untersucht, wie rasch sich die Metaboliten bilden und wie diese mit dem Sickerwasser verlagert werden. Die Untersuchungsergebnisse bilden anschließend den Ausgangspunkt für Überlegungen zu Maßnahmen, um Metaboliten-Einträge ins Grundwasser in Zukunft zu minimieren.



**Bild 2.7:** Laborlysimeteranlage und Entnahme der ungestörten Bodenproben in einem Testgebiet

In der mittleren Oberrheinebene wurden vereinzelt bei Wasserversorgern, die Grundwasser nutzen, Belastungen mit per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) nachgewiesen, die auf verschiedenen Eintragspfaden in die Gewässer gelangen können. Unterstützt durch das TZW werden seitens der betroffenen Wasserversorger zur Sicherung der Trinkwasserversorgung vielfältige Maßnahmen bei den weiteren Überlegungen einbezogen. Dazu zählen Vorfeldmaßnahmen bzw. Monitoring. Hierbei handelt es sich um regelmäßige Untersuchungen, die Ermittlung von Konzentrationsverteilungen, Pläne der Grundwasserhöhengleichen oder die Bearbeitung von Grundwassermodellen. Dies wird begleitet durch technische Maßnahmen, einem Kooperationsmodell zur regionalen Vernetzung sowie eine aktive Kommunikation mit allen Beteiligten.



**Bild 2.8:** Ausschnitt aus einem numerischen Grundwassermodell

Die Durchführung und Auswertung gebietsspezifischer Grundwasseruntersuchungsprogramme, etwa bei Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, Arzneimittelwirkstoffen, PFC, Mikroorganismen, Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Abbauprodukten sowie Bodenuntersuchungen zur Abschätzung von Nitratauswaschungsverlusten haben zum Ziel, Handlungsempfehlungen zur Ursachenbeseitigung von Grundwasserverunreinigungen oder zum Umgang mit Belastungen sowie zur Messnetzoptimierung abzuleiten. Mit Hilfe geografischer Informationssysteme (GIS) oder numerischer Grundwassermodelle (Bild 2.8) erfolgten problem- und gebietsspezifische Auswertungen.

## 2.4 Mikrobiologie

Ein Schwerpunkt der Abteilung Mikrobiologie im Jahr 2015 war die wissenschaftliche Kooperation mit Wasserversorgern bei mikrobiologischen Problemen im Leitungsnetz. Dabei traten wiederum coliforme Bakterien auf, was bei einigen Versorgungsunternehmen auf die Umstellung des Nachweisverfahrens zurückgeführt wurde. Gerade bei der Ursachenforschung für coliforme Bakterien kann eine Identifizierung der

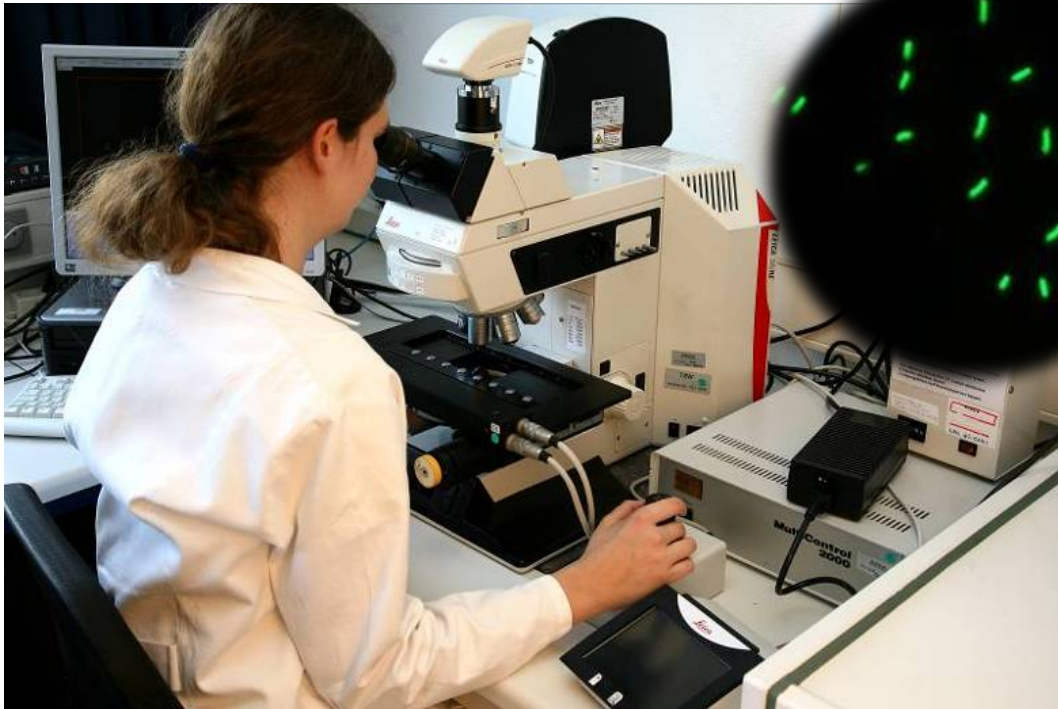
auftretenden Stämme hilfreich sein. Die von der Abteilung Mikrobiologie entwickelten molekularbiologischen Methoden zur Bakterienidentifizierung sowie die im Rahmen des derzeit laufenden DVGW-Projekts MikroSens entwickelten Methoden zur Stammtypisierung mittels RAPD-PCR konnten hierfür erfolgreich angewandt werden. Die aufgetretenen mikrobiologischen Probleme belegten, wie wichtig es für Wasserversorger ist, Handlungspläne aufzustellen, um auch im Notfall bei mikrobiologischen Grenzwertüberschreitungen schnell reagieren zu können. Die Abteilung Mikrobiologie erarbeitete gemeinsam mit Wasserversorgern solche Handlungspläne für den Netzbetrieb ohne Desinfektionsmittelrestgehalte. Daneben wurden einige Versorgungsunternehmen bei der Abstimmung der abschließenden Chlordesinfektion begleitet.

Im Berichtszeitraum wurde in Zusammenarbeit mit der Zählerprüfstelle der Stadtwerke Karlsruhe das DVGW-Projekt zur Bestandsaufnahme der mikrobiellen Belastung bei Wasserzählern (Bild 2.9) erfolgreich abgeschlossen.



**Bild 2.9:** Beispiele für Wasserzähler verschiedener Bauarten

Das DVGW-Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines standardisierten Prüfverfahrens für den Viren-Rückhalt von Ultrafiltrations-Membranen wurde durch die praktischen Untersuchungen abgeschlossen, so dass lediglich die Zusammenführung und Schlussfolgerung für ein mögliches Prüfverfahren aussteht. Die Entwicklung molekularbiologischer Nachweisverfahren für bakterielle Krankheitserreger stand im Mittelpunkt des laufenden EU-Projektes Aquavalens. Im Jahr 2015 begannen diesbezüglich die ersten praktischen Untersuchungen zu FISH- und PCR-Techniken zum Nachweis bakterieller Krankheitserreger (Bild 2.10). Außerdem wurde in diesem Rahmen auch ein Online-Messgerät zum Nachweis von *E. coli* und coliformen Bakterien im Labor erprobt.



**Bild 2.10: Epifluoreszenzmikroskopie zum Nachweis bakterieller Krankheitserreger mittels Fluoreszenz in situ Hybridisierung (FISH)**

## 2.5 Umweltbiotechnologie und Altlasten

Die Schwerpunkte der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten lagen in 2015 auf folgenden Gebieten:

- Koordination des deutsch-chinesischen Verbundprojektes SIGN
- Natürlicher und stimulierter Abbau von CKW und Teeröl-Schadstoffen
- Nachweis und Elimination von Antibiotika-Resistenzgenen
- Weiterentwicklung des Microbial Source Tracking
- Abwasserbehandlung in der Verfahrenskombination Elektrochemie/ Mikrobiologie

Die Zusammenarbeit mit China wurde in 2015 intensiviert. Das BMBF-geförderte Verbundvorhaben SIGN (Sino German water supply Network) wird vom TZW koordiniert und umfasst 15 deutsche Projektpartner. Die Hauptpartner auf chinesischer Seite sind die Tongji-Universität, Shanghai, sowie die Chinese Research Academy of Environmental Sciences (CRAES) und die Tsinghua-Universität, Peking, sowie mehrere Wasserversorger und Fachbehörden am Tai-See. Zahlreiche Oberflächengewässer in China sind durch eine starke Eutrophierung und Verschmutzung mit organischen Spurenstoffen gekennzeichnet (Bild 2.11). Das SIGN-Projekt zielt auf das Monitoring und die Verbesserung der Rohwasserqualität, die Entwicklung angepasster Aufbereitungstechnologien zu Trinkwasser sowie die Spülung und Leckortung im

Verteilungsnetz. Der fachliche Schwerpunkt der Abteilung liegt auf dem Monitoring der mikrobiologischen N-Umsetzungen.



**Bild 2.11: Eutrophierung im Tai-See, China**

Der mikrobiologische Abbau von halogenierten Substanzen und Teeröl-Schadstoffen in Grundwasser und Boden ist weiterhin ein Schwerpunkt der Auftragsbearbeitung. Dabei werden auch heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe zunehmend als relevante Kontaminanten an z. B. Gaswerks- und Kokereistandorten analysiert. Im Rahmen eines LABO-Projektes entwickelte GC-MS-Methoden kommen an mehreren Feldstandorten zum Einsatz. Bei den CKW wurde der am TZW erstmals nachgewiesene aerobe produktive Abbau von Trichlorethen (TCE) an mehreren Standorten bestätigt. Es laufen Untersuchungen zur Nutzung des neuen Prozesses zur aktiven Sanierung.

Molekularbiologische Methoden bieten auch die Möglichkeit, sehr spezifische Nachweise von Antibiotika-Resistenzgenen und Markergenen zu führen. Die neuen PCR-

Methoden wurden in einem ländlichen Karsteinzugsgebiet zur Identifikation fäkaler Eintragsquellen (Microbial Source Tracking) eingesetzt. Dieser neue methodische Ansatz im Risikomanagement wird nun für komplexere Einzugsgebiete u. a. in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben weiterentwickelt. Die PCR wurde auch zur Ermittlung der spezifischen Eliminationsleistung bei oxidativen Aufbereitungsverfahren eingesetzt.

Eine neue Option zur Transformation persistenter Verbindungen stellt die elektrochemische Behandlung dar. Diamant-beschichtete Elektroden sind zur Transformation auch biologisch resistenter Substanzen geeignet. Bei kathodischer Betriebsweise ist eine selektive reduktive Dehalogenierung möglich. Die elektrochemische Vorbehandlung wird in Kombination mit dem nachgeschalteten Bioabbau entwickelt. Im F&E-Vorhaben wurden erste kleinskalige Versuche mit mikrobiologischen Brennstoffzellen (Microbial Fuel Cells) erfolgreich durchgeführt.

## **2.6 Korrosion**

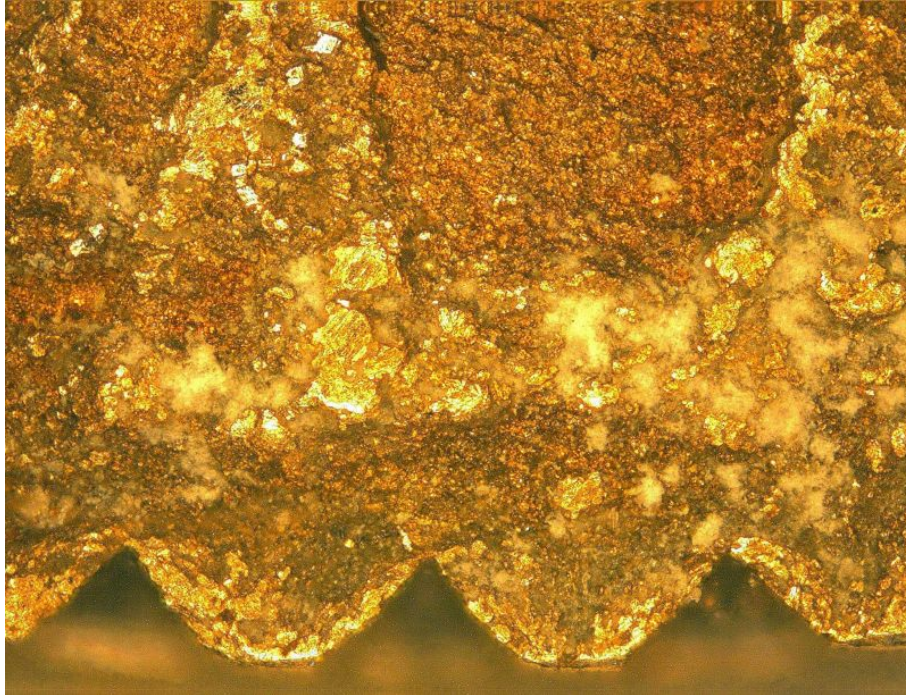
Auch im Jahr 2015 war die wissenschaftliche Kooperation mit Wasserversorgungsunternehmen in korrosionstechnischen Fragestellungen ein bedeutendes Arbeitsfeld in der Abteilung Korrosion. Hierbei sind insbesondere die Themenkomplexe Prüfung des Einflusses von mit unterschiedlichen Verfahrensvarianten hergestellten Wässern auf metallene Werkstoffe sowie die Bewertung von Korrosionsschadensfällen im Versorgungssystem zu nennen.

Hinsichtlich des Einflusses von Wässern auf metallene Werkstoffe war beispielsweise eine Fragestellung, inwieweit eine Prozessoptimierung einer bestehenden Trinkwasseraufbereitung bei einem Versorger sich auf die Kupferlöslichkeit beim Einsatz von Kupferrohren auswirkt. Die Untersuchungen wurden an Korrosionsprüfständen nach DIN EN 15664-1 durchgeführt.

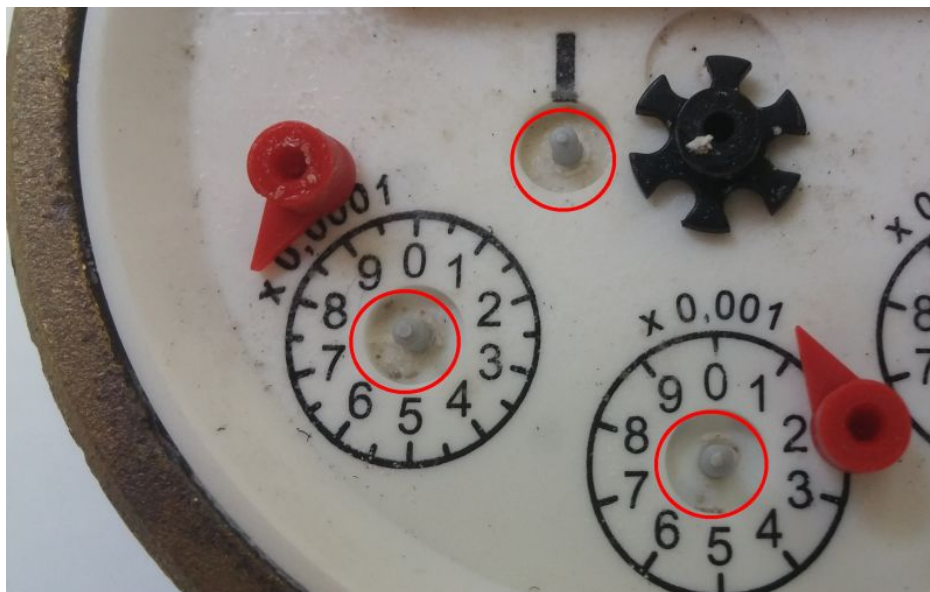
Im Zusammenhang mit Korrosionsschadensfällen im Versorgungssystem wurden Schadensfälle an Asbestzementrohren und Gussrohren untersucht. Hierbei war die Begutachtung des Einzelschadens immer mit der Frage gekoppelt, ob an den noch verbauten Leitungen gleichen Typs ähnliche Schäden zu erwarten sind und welche Restlebensdauer für diese Leitungen abgeleitet werden kann. Zur Beantwortung dieser Frage sind, neben der Betrachtung des Schadens selbst, unter anderem auch die Faktoren Einbaujahr, Bettungsbedingungen und Wasserzusammensetzung des verteilten Wassers heranzuziehen.

Standardmäßig gehört die Untersuchung von Schadensfällen an Bauteilen aus Trinkwasser-Installationen zum Leistungsspektrum der Abteilung Korrosion. Hierbei waren neben den typischen Korrosionsschadensfällen wie Lochkorrosion und Span-

nungskorrosion an Leitungen und Armaturen (Bild 2.12) zunehmend auch Schäden aufgrund von Verkalkung zu verzeichnen. Zu nennen sind hier mechanische Wasserzähler, deren Zählwerke aufgrund von Calcit-Ausfällung blockiert wurden (Bild 2.13), oder Plattenwärmetauscher zur Warmwasseraufbereitung, die aufgrund von Verkalkung frühzeitig getauscht werden mussten.



**Bild 2.12:** Mikroskopische Aufnahme einer Bruchfläche, entstanden durch Spannungsrisskorrosion, am Messing-Gewinde eines Eckventils



**Bild 2.13:** Calcit-Ablagerungen (rote Kreise) an den Achsen des Flügelrads bzw. der roten Zeiger eines Wasserzählers, die zum Blockieren des Zählwerks führten

Im Bereich vom Gebäudemanagement wurden mehrere Korrosionsschadensfälle untersucht, in denen es zu Wasseraustritt in den installierten Heizungsanlagen gekommen ist (Bild 2.14). Die Schäden konnten insbesondere auf das Vorhandensein von Sauerstoff im Heizkreislauf und der dadurch initiierten Korrosion zurückgeführt werden. Als Abhilfemaßnahme zur Verhinderung weiterer Schäden sind die Heizungsanlagen auf Dichtheit zu prüfen, um das Eindringen von Luftsauerstoff zu verhindern.



**Bild 2.14:** Korrosionsschaden an einem Heizkörperanschluss

Hinsichtlich der Forschungsaktivitäten wurden 2015 die praktischen Arbeiten an zwei vom DVGW geförderten Forschungsvorhaben erfolgreich beendet. Die Ergebnisse des Projekts „Standardisierung eines Testverfahrens zur bauseitigen Beurteilung der Beschichtungsausführung epoxidharzbeschichteter Stahlbehälter“ können direkt in die DVGW-Regelsetzung einfließen, während die Befunde aus dem Vorhaben „Evaluierung von Kunststoffrohren in Trinkwasserinstallationen hinsichtlich hygienischer Anforderungen“ vom Umweltbundesamt als Grundlage für die Anpassung der Anforderung an den Geruchsschwellenwert in den Leitlinien zur hygienischen Bewertung organischer Materialien herangezogen werden.

## 2.7 Prüfstelle Wasser

In 2015 konnte die Prüfstelle Wasser erneut ihre Tätigkeiten steigern. Damit ist weiterhin eine gute Auslastung insbesondere bei der Erstprüfung zum Nachweis der hygienischen Eignung von Produkten und Materialien im Kontakt mit Trinkwasser gegeben. Da im Zuge der Europäischen Harmonisierung der Hygieneanforderungen auch die Leitlinien des Umweltbundesamtes schrittweise überarbeitet werden, war die Prüfstelle Wasser intensiv in die Fachgremien des Umweltbundesamtes eingebunden. Auch im Sinne der Aufrechterhaltung des Prüfwesens Wasser im DVGW waren die Mitarbeiter umfangreich in der Normungsarbeit tätig. Dies gilt insbesondere für den Übergangsprozess im DVGW zu den mittlerweile etablierten neuen DIN-DVGW Normungskomitees.

Aus der Vielzahl der über 150 CEN-, DIN- und DVGW-Produktnormen, für die die Prüfstelle Wasser akkreditiert ist, war insbesondere eine gesteigertes Interesse bei der Prüfung von Enthärtungsanlagen, Sanitärarmaturen und des Schutzes des Trinkwassers nach DIN EN 1717 zu verzeichnen. Darüber hinaus waren die Mitarbeiter der Prüfstelle Wasser sehr gut ausgelastet, um die werkseigene Produktionskontrolle bei Herstellern von wasserfachlichen Produkten im Inland sowie europäischen und außereuropäischen Ausland zu verifizieren. Dies ist insbesondere bei Produkten notwendig, die einer Zertifizierung durch den DVGW unterliegen. In diesem Kontext ist auch zu erwähnen, dass die Prüfstelle Wasser in 2015 das Überwachungsaudit der DAkks zur Aufrechterhaltung der Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 erfolgreich bestanden hat.

Auch die Zusammenarbeit mit der Industrie konnte weiter intensiviert werden. Dies gilt insbesondere für Produkte, die neu entwickelt wurden und für die noch keine normativen Prüfgrundlagen bestehen. Diese Entwicklung zeigt deutlich den Bedarf von qualitativ hohen und unabhängigen Prüfungen, um die Leistungsfähigkeit von Produkten insbesondere im Sinne des Verbraucherschutzes nachweisen zu können. Darüber hinaus wurden laufende Forschungsprojekte, die mit öffentlichen Mitteln gefördert wurden, abgeschlossen und neue Projekte erfolgreich gestartet. Zu erwähnen ist insbesondere das unter EU Horizon 2020 geförderte ECO-UV Projekt. Zudem wurden auch nicht vernachlässigbare Eigenmittel aufgewendet. Dies gilt insbesondere für den Aufbau der personellen Kapazitäten im UV-Bereich. So können jetzt auch UV-Sensoren und UV-Strahler weitergehend qualifiziert werden. Auch in 2015 wurden die intensiven Arbeiten zur Harmonisierung der Prüfnorm für UV-Desinfektionsgeräte fortgeführt. Ebenso wurden in diesem Sektor intensive Kooperationen mit der maßgeblichen Prüfstelle in den USA angestoßen. Ziel ist es, zukünftig für die weltweit agierenden UV-Hersteller als Ansprechparten für Europäische Prüfungen und Prüfungen nach US-EPA in Kooperation mit den USA zu zur Verfügung zu stehen. Erste Erfolge haben sich auch außerhalb der Prüfungen für den Anwendungszweck Trinkwasser eingestellt, da bereits auch UV-Anlagen für den Ballastwassersektor erfolgreich durch die Prüfstelle Wasser getestet wurden.

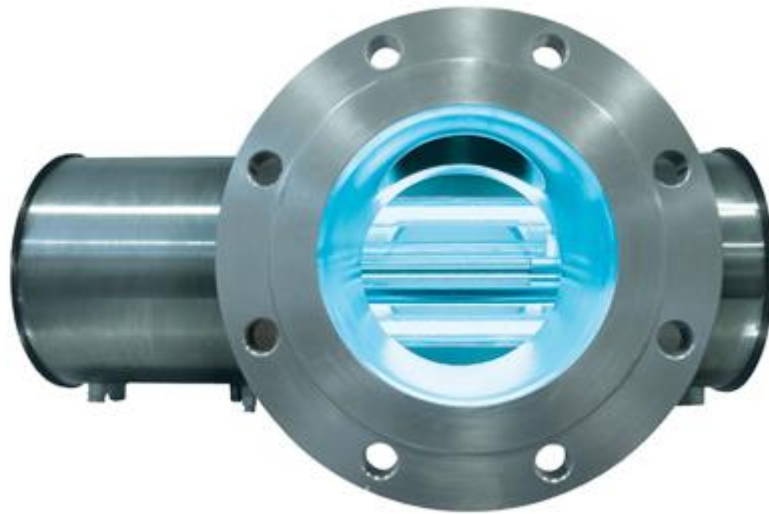


Bild 2.15: Hanovia UV-Reaktor

## 2.8 Außenstelle Dresden

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Wasserverteilung waren Arbeiten zur Entwicklung einer Methodik zur verbesserten Identifizierung von Eintragsquellen mikrobiologischer Belastungen in der Trinkwasserprozesskette. Es wurde ein praxistaugliches System zur einfachen Vor-Ort-Anreicherung von coliformen Bakterien und Enterokokken mit anschließender Quantifizierung und Identifizierung entwickelt (Bild 2.16). Die Bestimmungsgrenze wird gegenüber der Routineuntersuchung um den Faktor 1000 abgesenkt.



Bild 2.16: Praxistaugliches System zur Vor-Ort-Anreicherung von coliformen Bakterien und Enterokokken

Im Ergebnis eines deutsch-französischen Verbundprojektes wurde ein ganzheitliches Management-System Smart\_OnlineWDN für Trinkwassernetze entwickelt. Das modulare System setzt sich aus einem Online-Simulationsmodell für die Hydraulik, einem Modul zur Ermittlung optimaler Sensorstandorte, Bausteinen zur Identifikation möglicher Eintragsquellen und zur Ausbreitung von Substanzen sowie einer Risikoanalyse für die Auswirkungen von Kontamination zusammen.

Abgeschlossen wurde das EU-Projekt WatERP, in dem u. a. ein Prognosetool entwickelt wurde, das auf Basis bestimmter Kennwerte das Wasserverbrauchsprofil für den Folgetag auf Stundenbasis abbilden kann. Berechnungen für verschiedene Wasserversorgungsunternehmen zeigten eine gute Übereinstimmung mit den Realdaten.

An Versuchsanlagen wurden die Auswirkungen der Veränderung der Inhibitorkonzentration bzw. der Abschaltung der Inhibierung auf die Korrosion und die Ablagerungsbildung untersucht. Die Auftrübung des Wassers als Folge der Korrosion kann direkt über kontinuierliche Trübungsmessungen und die Bildung von Ablagerungen durch Spülungen mit entsprechender Analytik erfasst werden. Im Weiteren sind bei einem Wasserversorger Untersuchungen unter Praxisbedingungen vorgesehen.

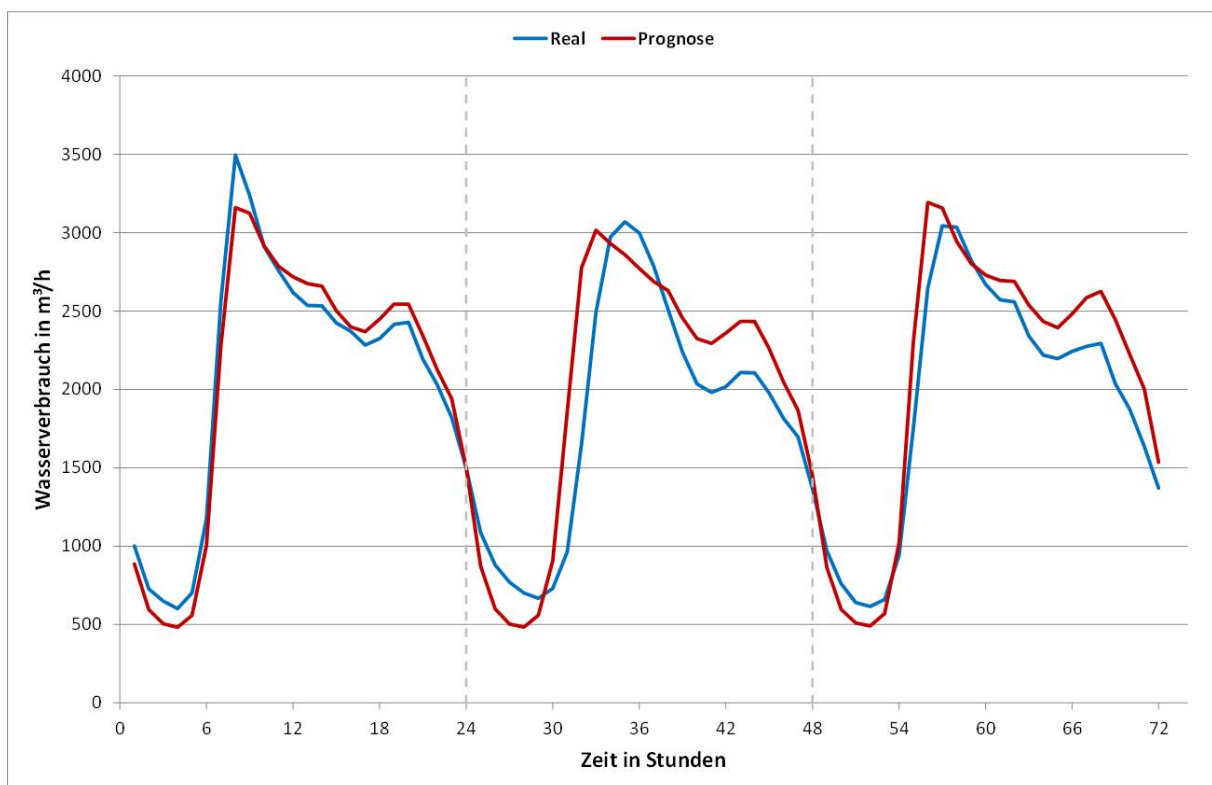


Bild 2.17: Real- und Prognosedaten anhand des im Projekt WatERP ermittelten Modells auf Stundenbasis

In Zusammenarbeit mit 12 Wasserversorgungsunternehmen werden innerhalb eines Forschungsprojektes hochaufgelöste Messungen zum Wasserverbrauch in über 250 Objekten durchgeführt. Hierbei werden neben dimensionierungsrelevanten Daten auch die den Wasserverbrauch bestimmenden Nutzungen ausgewertet.

Im Rahmen eines Verbundprojektes wird eine Methodik zur Entwicklung zustandsorientierter Spülpläne unter Bedingungen in China erarbeitet. In der 10 Mio. Einwohner-Stadt Suzhou wurde mittels Spülung die vorliegende Ablagerungssituation erfasst. Im nächsten Schritt werden die Daten für die Berechnung der Spülintervalle gewonnen.

Das Teilprojekt „Einfluss des DOC auf die Aufbereitung von Talsperrenwässern“, eines vom BMBF und DVGW geförderten Forschungsvorhabens zur Huminstoffproblematik (TALKO), wurde 2015 erfolgreich abgeschlossen.

Auf dem Gebiet der Wassergüte wurde 2015 das Forschungsvorhaben „Online-Fluoreszenzsensor zur Bestimmung organischer Inhaltsstoffe zur Kontrolle und Steuerung von Wasserwerksprozessen“ abgeschlossen. Dabei wurde ein am TZW entwickeltes Verfahren zur Charakterisierung und Quantifizierung des DOC auf einen neu entwickelten Online-Sensor übertragen. Mit Hilfe des Sensors ist es möglich, einzelne Fraktionen des DOC wie Huminstoffe und Biopolymere, Chlorophyll sowie darüber hinaus Temperatur, Trübung und den spektralen Schwächungskoeffizienten (SSK) bei 255 nm zu erfassen. In Langezeitversuchen konnte gezeigt werden, dass der Sensor unter Praxisbedingungen stabil arbeitet.

Ebenfalls abgeschlossen wurde das DVGW-Forschungsvorhaben „Vorkommen und Bildung von Perchlorat bei der Aufbereitung von Trink- und Badebeckenwässern“. Gegenstand des Teilprojektes des TZW waren hierbei Untersuchungen zum Vorkommen in Roh- und Trinkwässern und zum Eintrag von Perchlorat als Begleitprodukt in Desinfektionsmittelstammlosungen auf Hypochlorit- und Chlordioxidbasis.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Unterstützung der Wasserversorgungsunternehmen wurden wie in den Jahren zuvor zustandsorientierte Spülpläne erarbeitet sowie Untersuchungen zu den Ursachen coliformer Befunde durchgeführt.

### 3 Wissenstransfer zu Versorgungsunternehmen

Durch die vielfältigen wissenschaftlich-technischen Kooperationen des TZW mit den Versorgungsunternehmen finden Forschungsergebnisse des TZW immer direkt und schnell ihren Weg in die Praxis. Unabhängig davon verfügt das TZW über weitere Kanäle, um neue Erkenntnisse direkt in die Wasserwerkspraxis einfließen zu lassen.

Die **TZW-Schriftenreihe** enthält Ergebnisse von ausgewählten Forschungsarbeiten, wobei es sich meist um den Abdruck von Dissertationen oder Schlussberichten handelt. Darüber hinaus werden anlässlich der TZW-Kolloquien Begleitbände herausgegeben. Im Jahr 2015 erschienen fünf Ausgaben zu den folgenden Inhalten:

- Band 66:  
Aerob-produktiver Abbau von Chlorethenen: Nachweis eines neuen Abbauweges für Trichlorethen
- Band 67:  
Anaerober CKW-Abbau: Molekularbiologie, Substanzspektrum, Isotopenfraktionierung
- Band 68:  
Der Yeast-Estrogen-Screen (YES)-Assay: Evaluierung und Anwendung
- Band 69:  
Bewertung von Spülverfahren für Trinkwasserleitungen
- Band 70:  
Innovative Entwicklungen aus dem Forschungsradar Wasser  
(Begleitband zum 20. TZW-Kolloquium vom 01.12.2015)

Der **TZW-Newsletter** informiert in Kurzform über aktuelle Themen in der Wasserversorgung. Der TZW-Newsletter erschien als Ausgabe 38 bzw. 39 im April und Oktober 2015. Hierbei umfasste der Leitartikel Spurenstoffe und Mikroplastik. Mikroplastik stand auch im Fokus des englischsprachigen Newsletters, der im September 2015 an Fachleute aus dem Wasserfach aus der ganzen Welt versandt wurde.

Die 7. **TZW-Diskussionsreihe** am 16.04.2015 stellte den aktuellen Stand bezüglich der Anforderungen an Trinkwasser-Installationen und deren Umsetzung in der Praxis vor. Die bislang gewonnenen Erfahrungen in Bezug auf neue Pflichten der Betreiber von Trinkwasser-Installationen durch Änderung der Trinkwasserverordnung wurden zwischen Akteuren von Versorgungsunternehmen, Behörden und Umweltbundesamt ausgetauscht und diskutiert.

Bei den **TZW-Kolloquien** stellen Mitarbeiter des TZW aktuelle Forschungsergebnisse vor. Darauf abgestimmt berichten Referenten aus Versorgungsunternehmen aus ihrem Blickwinkel über die praktische Bedeutung umgesetzter Forschungsergebnisse. Das 24. Dresdner Trinkwasserkolloquium fand am 03.05.2015 in Dresden statt.

Etwa 130 Fachleute und Entscheidungsträger aus Versorgungsunternehmen und Behörden nahmen an dieser Veranstaltung teil. Auch das 20. TZW-Kolloquium am 01.12.2015 erfreute sich eines starken Interesses aus der Praxis, wie die Anreise von mehr als 120 Fachleuten aus dem Wasserfach zum TZW nach Karlsruhe zeigte.

Das **AWBR-Kolloquium** am 19.03.2015 im TZW Karlsruhe bot Gelegenheit, die Thematik „Entfernung von organischen Spurenstoffen“ im Fachkreis zu diskutieren.

Unter der Adresse <http://www.tzw.de/> ist die **Homepage des TZW** zu erreichen, die im Berichtszeitraum laufend aktualisiert wurde.

## 4 TZW-interne Forschungsseminare

Die TZW-internen Seminare dienen der Fortbildung, dem Informationsaustausch und der Diskussion aktueller Forschungsthemen unter den Mitarbeitern des TZW. Im Jahr 2015 wurden neun dieser Seminare zu den nachstehend gelisteten Themen durchgeführt.

### Themen der TZW-internen Seminare

| Datum      | Vortragender             | Thema  |
|------------|--------------------------|--|
| 12.01.2015 | Dr. Uwe Müller           | Elektrodialyse – eine alte, neue Technologie zur Entfernung ionischer Stoffe   |
|            | Dr. Brigitte Haist-Gulde | Neue Adsorbentien zur Entfernung organischer Spurenstoffe – Ergebnisse aus dem Projekt „TAPES“   |
| 09.02.2015 | Irene Kranzioch          | Deutsch-Chinesische Kooperation am Yangtze: Molekularbiologischer Nachweis und Substanzspektrum des anaeroben Abbaus chlorierter Schadstoffe             |
|            | Axel Müller              | Identifikation von prioritären NSO-Heterozyklen im Altlastenbereich  |
| 16.03.2015 | Volker Schlitt           | Untersuchungen zum Vorkommen von schwerem Chrom und seiner Entfernung bei der Trinkwasseraufbereitung  |
|            | Marco Scheurer           | SchussenAktiv <i>plus</i> – Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodenseezuflusses Schussen |
| 13.04.2015 | Dr. Burkhard Wricke      | Einfluss des DOC auf die Leistungsfähigkeit der Aufbereitung von Talsperrenwasser – Ergebnisse aus dem TALKO-Projekt                                     |
|            | Dirk Hochmuth            | Beurteilung der Aufbereitungsleistung an einer Trinkwassertalsperre  |
| 18.05.2015 | Dr. Robertino Turkovic   | Rückschau TZW-Diskussionsreihe Trinkwasser-Installation  |
|            | Alexander Kurtz          | Bersenbrücker Wassertest zur Prüfung von beschichteten Stahlbehältern auf Porenfreiheit  |
| 15.06.2015 | Claudia Stange           | Microbial Source Tracking – Neue PCR-Methoden zur Identifikation fäkaler Eintragsquellen   |
|            | Dr. Andreas Korth        | Verbesserte Identifizierung von Eintragsquellen mikrobiologischer Belastungen - MikroSens  |

---

|            |  |   |
|------------|--|---|
| 20.07.2015 | Dr. Sebastian Hesse<br>Dr. Uwe Müller    | Aufbereitung von Brüden zu Trinkwasser<br>Einleitung von Konzentraten aus Membrananlagen für die zentrale Trinkwasserenthärtung in Fließgewässer                      |
| 19.10.2015 | Matthias Rödelsperger<br>Sebastian Sturm | Denitrifikation im Aquifer und bei der Aufbereitung<br>Ein neuer Ansatz zur Risikoabschätzung für Talsperren-Einzugsgebiete   |
| 16.12.2015 | Dr. Pia Lipp<br>Prof. Dr. Andreas Tiehm  | Standardisierung eines Nachweisverfahrens für den Virenrückhalt von UF-Membranen<br>Aquavalens – Entwicklung und Validierung molekularbiologischer Methoden in Europa |

---

## 5 Aus dem TZW

### 5.1 Spatenstich für den TZW-Erweiterungsbau zum Wasser Campus

Am 14.07.2015 erfolgte der offizielle Baustart für den Erweiterungsbau des DVGW-Technologiezentrums Wasser zum Wasser Campus. Gebaut wird auf dem ehemaligen Grundstück der Stadtwerke Karlsruhe. Das neue Gebäude wird mit ca. 2.500 Quadratmetern Fläche verteilt auf fünf Geschosse unmittelbar an das TZW-Bestandsgebäude grenzen und Platz für Labore, Versuchs- und Büroräume insbesondere für die Arbeitsgebiete Technologieentwicklung und Molekularbiologie schaffen. Architektonisch spiegeln sich sowohl im Grundriss als auch in der Außengestaltung die Funktionsbereiche technische Laboratorien und Büro- sowie Kommunikationszonen wider.

Der Festakt in Karlsruhe wurde eröffnet von Dr. Dirk Waider, Vorstandsmitglied der GELSENWASSER AG und Vizepräsident Wasser des DVGW, der auf die Bedeutung des TZW für den DVGW hinwies. Der Karlsruher Oberbürgermeister Dr. Frank Mentrup betonte die langjährige gute Zusammenarbeit des DVGW mit der Stadt Karlsruhe und den Stadtwerken Karlsruhe und meinte: „Es ist ein gutes Zeichen für die Stadt als Wissenschaftsstandort, dass eine so renommierte Einrichtung wie das TZW hier investiert und die Weichen auf weiteres Wachstum stellt.“ Dr. Josef Klinger, der Geschäftsführer des TZW, wies auf die Bedeutung des Neubaus hin, der die größte Einzelinvestition des TZW in den zurückliegenden 20 Jahren darstellt. Mit dem Wasser Campus ist der DVGW für die Zukunft gut gerüstet!



Bild 5.1: Spatenstich zum Wasser Campus

## 5.2 Nachfolgeregelung in der TZW-Abteilungsleitung Technologie und Wirtschaftlichkeit

Nach über 40 Jahren prägendem Einfluss und Aufbau des TZW ist der langjährige Leiter der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit, Dr. Günther Baldauf, am 31.05.2015 in den Ruhestand getreten. Herr Dr. Baldauf war ein unermüdlicher Innovationsmotor für alle Fragen rund um die Trinkwasseraufbereitung. Aus seinem Wirken stammen viele neue Verfahrensvarianten, die sich stets durch technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit für bestes Trinkwasser auszeichneten und daher oft Eingang in die Lehrbücher der Technik der Trinkwasseraufbereitung gefunden haben. Bestes Beispiel hierfür ist das „Reinerzauer Verfahren“ zur Aufbereitung des Talsperrenwassers der Kleinen Kinzig im Schwarzwald.

Seit dem 01.06.2015 liegt die Abteilungsleitung in den Händen von Dr. Frank Sacher, der als ausgewiesener nationaler und internationaler Experte seit über 20 Jahren am TZW insbesondere in den Bereichen Analytik und Aufbereitung tätig ist.

Am 28.05.2015 erfolgte im Rahmen einer internen Festveranstaltung die symbolische Staffelübergabe. Das TZW dankte Herrn Dr. Günther Baldauf für seinen langjährigen und intensiven Einsatz für das TZW und wünschte Herrn Dr. Frank Sacher viel Erfolg in seiner neuen Position.



Bild 5.2: Staffelübergabe in der Abteilungsleitung: von links: Dr. Sacher, Dr. Klinger, Dr. Baldauf

### 5.3 Ernennung zum Honorarprofessor



Der Leiter der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten, Herr Dr. Andreas Tiehm, wurde zum Honorarprofessor am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ernannt. Prof. Dr. Tiehm arbeitet aktuell in mehreren Projekten und bereits seit über 10 Jahren mit dem KIT zusammen. In der Lehre vertritt er das Fachgebiet Umweltbiotechnologie am Lehrstuhl von Prof. Dr. Horn in der Fakultät Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik.

## 6 Internationale Kontakte

### 6.1 Zielstellung

Internationale Kooperationen tragen dazu bei, den Bekanntheitsgrad des TZW und des DVGW bei europäischen und außereuropäischen Partnern zu erhöhen und entsprechende Kontakte und Netzwerke zu pflegen. Dies ist nicht zuletzt erforderlich, um auch künftig Forschungsmittel aus internationalen Quellen einzuwerben und den deutschen Entwicklungsstand im Trinkwasserbereich in das Ausland zu tragen.

### 6.2 Kontakte innerhalb laufender Projekte

#### 6.2.1 SIGN: Sino-German water supply network

Bereits einen Monat nach dem offiziellen Projektstart des deutsch-chinesischen SIGN-Projektes wurde von den deutschen und chinesischen fördergebenden Ministerien ein groß angelegtes Kick-Off-Meeting im Mai 2015 in Peking organisiert. Der vom TZW koordinierte SIGN-Projektverbund war dort zahlreich vertreten (Bild 6.1). Die Reise wurde auch zur Kontaktpflege, zum wissenschaftlichen Austausch sowie für erste Probenahme-Aktivitäten am Tai-See genutzt. Im Juni 2015 war dann eine hochrangige Delegation der Tongji Universität in Shanghai zu Gast am TZW. Weitere Informationen zum Projekt sind unter [www.water-sign.de](http://www.water-sign.de) und [www.sino-german-major-water.net](http://www.sino-german-major-water.net) verfügbar (Bild 6.2).



Bild 6.1: Kick-off meeting des Sign-Projektes in Peking



Bild 6.2: Informationen zum Projekt unter [www.water-sign.de](http://www.water-sign.de)

## 6.3 Kontakte außerhalb laufender Projekte

### 6.3.1 WssTP-Arbeitsgruppe „Water and Energy“



In der europäischen Forschung etablierte das TZW gemeinsam mit der DVGW-Hauptgeschäftsstelle eine neue Arbeitsgruppe „Water and Energy“ innerhalb der WssTP (Water Supply and Sanitation Technology Platform), einer von der EU-Kommission initiierten Plattform für Forschung und technologische Entwicklung. Das Hauptziel der Arbeitsgruppe besteht in der Definition von Entwicklungszielen im Bereich Wasser und Energie innerhalb der europäischen Forschung, was zu innovativen Lösungen in der Wasserversorgung führt und nicht zuletzt die DVGW-Forschung in Europa besser sichtbar macht.

### 6.3.2 Vorsitz in der weltweiten Wasser-Forschungscoalition (GWRC)

GWRC (Global Water Research Coalition) ist ein Zusammenschluss von 13 namhaften Forschungsorganisationen, welche über den gesamten Globus auf verschiedenen Kontinenten verteilt sind. Ziel von GWRC ist der globale Wissensaustausch und die Kooperation in Forschungsprojekten auf dem Gebiet der Trinkwasserversorgung,

der Abwasserentsorgung und somit des urbanen Wasserkreislaufs. Der Vorsitz von GWRC lag in den letzten Jahren bei der Water Research Foundation (WRF) in Amerika und davor in Australien. Im September hat das Board nun einen neuen Vorsitzenden gewählt. Einstimmig fiel dabei die Wahl auf Dr. Josef Klinger. Damit ist das TZW als Einrichtung des DVGW in seiner Funktion als Forschungsradar für die Wasserbranche auch für die Zukunft gut gerüstet.



**Bild 6.3:** Vertreter der GWRC in Südafrika nach der Wahl von Dr. Klinger zum GWRC-Vorsitzenden

### **6.3.3 GWRC-Workshop zu Mikroplastik am 09. und 10.06.2015 im TZW**

Im Rahmen des Workshops der Global Water Research Coalition (GWRC) am TZW in Karlsruhe am 09. und 10. Juni 2015 (Bild 6.4) wurden Schwerpunkte der zukünftigen GWRC-Forschung intensiv diskutiert.

Beispielsweise wurde das Thema Mikroplastik thematisiert, wissenschaftlich bewertet und als zukünftiges prioritäres Forschungsfeld eingestuft. Innerhalb der GWRC wurde eine Zusammenarbeit und Abstimmung bei der Entwicklung von Methoden mit den Partnern vereinbart. Erfolgversprechende Strategien zur Etablierung analytischer Methoden von der Probenahme bis zur Identifizierung und weitergehende Aspekte können so mit nationalen und internationalen Partnern des TZW diskutiert werden. Um wissenschaftlich fundierte Fakten zu gewinnen, wurde in Folge einer vom DVGW

geförderten Literaturstudie am TZW inzwischen ein System zur Raman-Mikrospektroskopie beschafft, mit dem Mikroplastik nachgewiesen werden kann.

Darüber hinaus wurden weitere zukünftige GWRC-Forschungsschwerpunkte identifiziert: Antibiotikaresistenzen, Risk Assessment, Microbial Source Tracking und die Standardisierung molekularbiologischer Nachweismethoden.

Das TZW bearbeitet im Rahmen der GWRC-Forschung unter der Projektleitung der Griffith University (Australien) zusammen mit KWR (Niederlande), der University of Pretoria (Südafrika), Veolia und CIRSEE (beide Frankreich) das Projekt EDC Toolbox II. Ziel ist es, Methoden zu entwickeln und zu validieren, die neben einer östrogenen Aktivität auch die Messung bisher deutlich weniger beachteter endokriner Endpunkte ermöglichen. Das Projekt trägt der Tatsache Rechnung, dass endokrine Desruptoren in den letzten Jahren hauptsächlich hinsichtlich ihrer östrogenen Wirkung betrachtet wurden, gleichzeitig aber ein enormer Fortschritt in der Entwicklung von Bioassays für andere endokrine Endpunkte erfolgte. Andere Hormone (Androgene, Progestagene, Glukokortikoide, etc.) spielen für die Aufrechterhaltung einer Homöostase, die Sexualentwicklung und das Wachstum ebenfalls eine wichtige Rolle. Über diese endokrinen Endpunkte ist deutlich weniger bekannt und Methoden zum Nachweis einer biologischen Aktivität in Wasserproben durch oftmals unbekannte Chemikalien werden somit zu wichtigen Überwachungswerkzeugen.



**Bild 6.4:** Intensive Diskussion in mehreren GWRC-Expertengruppen im TZW

### 6.3.4 Deutsch-Israelischer Gedankenaustausch zu Antibiotikaresistenzen

Im Rahmen der Cost Action ES1307 (Reference code ES1307-29298) besuchte Prof. Abidelfatah Nasser vom Beitberl College of Education in Kfar-Saba, Israel die Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten des TZW. Im Rahmen dieses Besuchs fand ein Austausch zum Thema "Antibiotikaresistenzen in der aquatischen Umwelt" statt. Das übergeordnete Ziel war es, die Basis für eine langfristige Zusammenarbeit zu schaffen, um verschiedene Aspekte dieses Themas gemeinsam bearbeiten zu können (Bild 6.5).

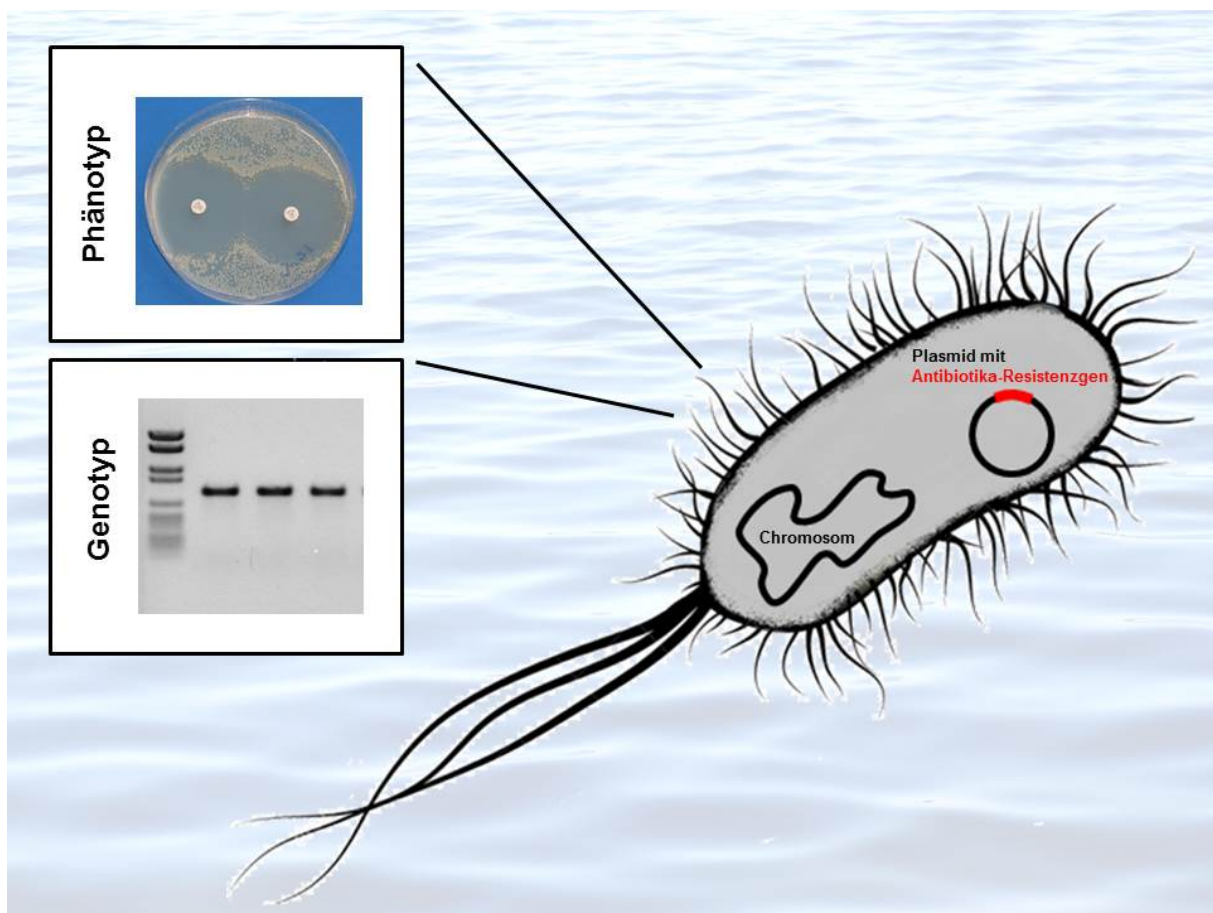


Bild 6.5: Antibiotikaresistente Bakterien in der aquatischen Umwelt und ihr Nachweis

## 7 Kurzfassungen von ausgewählten F&E-Vorhaben, die im Jahr 2015 abgeschlossen wurden

### 7.1 TAPES - Transnational Action Program on Emerging Substances



Das europäische Verbundprojekt TAPES "Transnational Action Program on Emerging Substances" wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen. TAPES wurde von der EU im Rahmen des INTERREGIV-B Programms für Nordwesteuropa gefördert. Im Projekt arbeiteten zehn Partner aus den Niederlanden, Belgien, der Schweiz, England und Deutschland, um grenzüberschreitend optimale Strategien zur Entfernung von aktuellen Spurenstoffen bei der Abwasserreinigung und der Trinkwasseraufbereitung zu entwickeln.

Das TZW beteiligte sich an dem Projekt mit wissenschaftlichen Untersuchungen zur Entfernung von Spurenstoffen mit neuen Adsorbentien. Neben neu entwickelten granulierten Aktivkohlen wie beispielsweise Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen mit höheren Aktivierungsgraden oder auf Rohstoffbasis Braunkohle wurden synthetische Adsorbentien und handelsübliche Pulveraktivkohlen insbesondere im Hinblick auf die Entfernung polarer organischer Spurenstoffe untersucht und deren Einsatzmöglichkeit zur Trinkwasseraufbereitung unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben sowie betriebswirtschaftlichen Aspekten bewertet.

Basierend auf den Ergebnissen sämtlicher Projektpartner, ergänzt durch eine Literaturrecherche, wurde ein Entscheidungsfindungssystem entwickelt, das es Betreibern von Kläranlagen sowie Wasserwerken ermöglicht, die für ihre spezielle Situation optimale Lösung für den Rückhalt von Spurenstoffen zu finden.

### 7.2 Potentiale der elektrochemischen Scaleinhibierung bei Membrananlagen in der zentralen Trinkwasseraufbereitung und deren Umsetzung an einer Demonstrationsanlage



In einem im Berichtszeitraum abgeschlossenen DVGW-Forschungsprojekt wurde die scaleinhibierende Wirkung einer elektrochemischen Behandlung als Ersatz für die Dosierung von Antiscalants untersucht. Hierzu wurde eine Umkehrosmoseanlage mit einer Permeat-Produktion von 10 m<sup>3</sup>/h entwickelt, gebaut und betrieben (Bild 7.1). Es wurde gezeigt, dass die elektrochemische Behandlung als Folge der kathodischen Bildung von OH<sup>-</sup>-Ionen zum Ausfall von Calciumcarbonat und zu einer Verminderung des pH-Wertes führt. Dies kann zu einer Verminderung des Scalingpotentials führen, ist jedoch mit der Bildung unerwünschter Nebenprodukte verbunden. Ergebnisse des Projektes deuten zudem darauf hin, dass Nanofiltrations- bzw. Um-

Umkehrosmoseanlagen auch ohne Scaleinhibierung bei höheren Ausbeuten betrieben werden können als bisher erwartet. Allerdings entstehen beim antiscalantfreien Betrieb merkliche Mehraufwendungen für Energie, Membranen und Wasser.



**Bild 7.1:** Geräte für die elektrochemische Behandlung in einer technischen Versuchsanlage (Bild: Grünbeck Wasseraufbereitung GmbH)

### 7.3 Untersuchungen der Auswirkungen einer Konzentrateinleitung aus Anlagen der zentralen Trinkwasserentsalzung in Fließgewässer



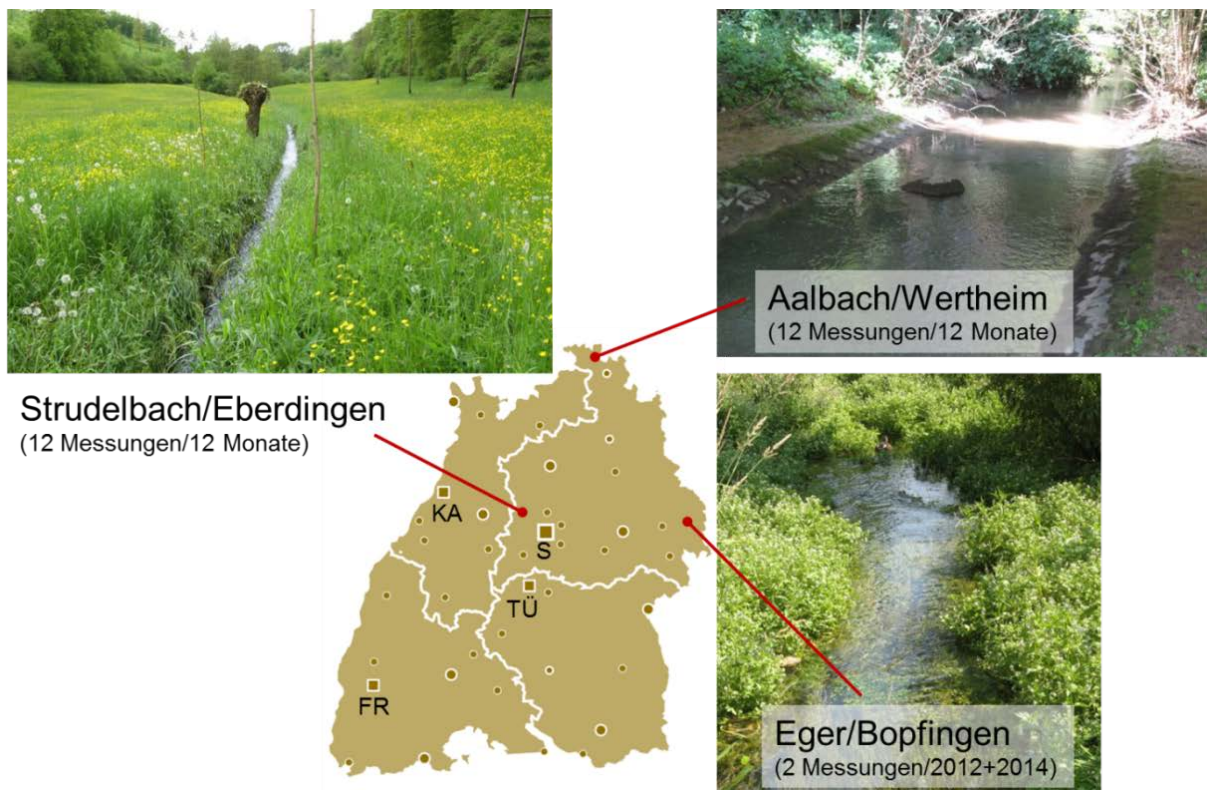
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

In der kommunalen Trinkwasseraufbereitung werden in zunehmender Anzahl Umkehrosmosemembrananlagen in Betrieb genommen. Sie dienen hauptsächlich zur Enthärtung des Wassers. Im Aufbereitungsprozess werden die Inhaltsstoffe aus dem Rohwasser entfernt, dabei aufkonzentriert und zumeist gemeinsam mit Zusatzstoffen (Antiscalants) als sogenannte Konzentrate in Fließgewässer eingeleitet.

Im Rahmen eines vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg geförderten Projektes wurden Auswirkungen von Konzentrateinleitungen in Fließgewässer erfasst und beurteilt. An drei Modellstandorten wurden die Auswirkungen von Konzentrateinleitungen aus Anlagen der zentralen Entsalzung bzw. Enthärtung auf die Fließgewässerbeschaffenheit und den biologischen Lebens-

raum im Gewässer untersucht. Demnach war bei biologischen Parametern wie Makrozoobenthos bzw. Saprobienindices keine Verschlechterung infolge der Konzentrateinleitung zu erkennen. Allerdings wurde ein Anstieg der Antiscalantkonzentration im Fließgewässer nachgewiesen. Auf Basis der Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden Hinweise für die Beurteilung von Konzentrateinleitungen abgeleitet und in einem Leitfaden zusammengestellt.



**Bild 7.2:** Modellstandorte für Untersuchungen der Auswirkungen von Konzentrateinleitungen aus Umkehrosmoseanlagen

#### 7.4 Entwicklung von Technologien für eine energieeffiziente Trinkwassergewinnung mittels UV-LEDs



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

In dem durch das BMBF geförderten Verbundvorhaben „Entwicklung von Technologien für eine energieeffiziente Trinkwassergewinnung mittels UV-LEDs“ (UV-LEDIS), das gemeinsam mit dem Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik, der IL Metronic Sensortechnik GmbH und der UMEX GmbH bearbeitet wurde, wurde die UVC-LED-Technologie als alternative Strahlungsquelle für die Desinfektion von Trinkwasser untersucht. Von den Mitarbeitern der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit wurden in diesem Projekt insbesondere vergleichende Untersuchungen zur Desinfektionswirksamkeit konventioneller Quecksilberdampflampen und verschiedener LED-Typen gegenüber unter-

schiedlichen Mikroorganismen (*Bacillus subtilis*, *E. Coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*) durchgeführt

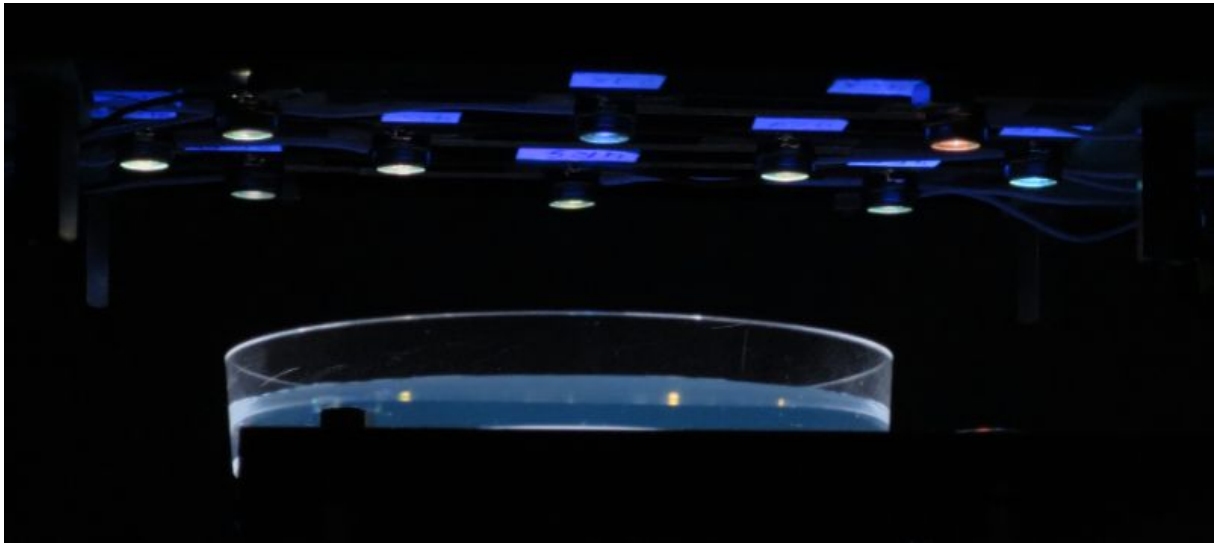
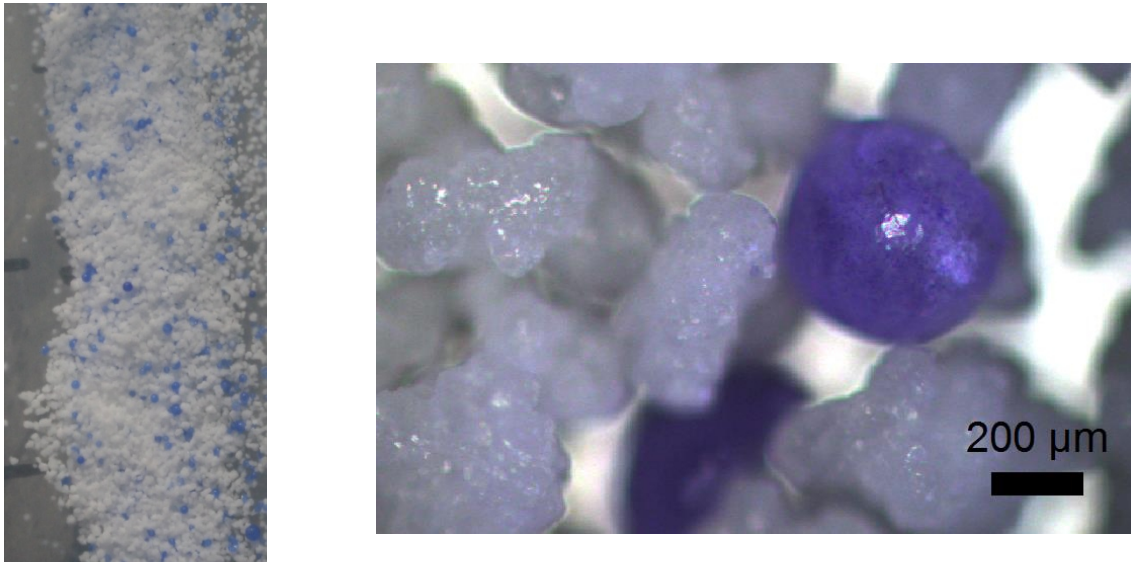


Bild 7.3: Untersuchungen zur Desinfektionswirksamkeit von UV-LEDs

## 7.5 Studie zur Relevanz von Mikroplastik-Rückständen für die Wasserversorgung



Mikroplastik-Rückstände in Gewässern beschäftigen derzeit die Medien und die Öffentlichkeit sowie zunehmend auch die Wasserversorgung. Mikroplastik wird als Partikel oder Faser aus einem künstlichen Polymer mit einem Durchmesser  $< 5$  mm definiert. Mikroplastik-Partikel werden durch Verwitterung und mechanische Beanspruchung von Kunststoffen sowie unter anderem aus Textilien und Kosmetikprodukten in die Umwelt freigesetzt. Im Rahmen einer Literaturstudie wurden die verfügbaren Daten zusammengestellt und aus Sicht der Wasserversorgung bewertet. Einträge in die Gewässer können über Abwassereinleitungen, Regenwasserüberläufe oder diffuse Quellen erfolgen. Die Ergebnisse erster Studien sind nicht miteinander vergleichbar, da unterschiedliche Probenahme-, Anreicherungs- und Messmethoden verwendet wurden. Erforderlich ist daher die Entwicklung standardisierter Methoden für die Bereiche Probenahme, Aufbereitung und Analytik von Mikroplastik-Partikeln mit empfindlichen spektroskopischen Verfahren. Im Rahmen eines größeren Verbundforschungsvorhabens sollen diese Fragestellungen bearbeitet werden.



**Bild 7.4:** Aus einem Körperpflegeprodukt isolierte Mikroplastik-Partikel (links). Die Grundmasse der blauen Kugeln und die weißen Partikel bestehen aus Polyethylen (rechts), die blaue Farbe stammt von dem blauen Pigment Lazurit

## 7.6 Entfernung von iodierten Röntgenkontrastmitteln durch elementares Eisen - Ein Beitrag zur Verbesserung der Rheinwasserbeschaffenheit



In einer von der Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IAWR) geförderten Studie wurden die Möglichkeiten einer dezentralen Behandlung von RKM enthaltendem Urin mit elementarem Eisen (ZVI) erarbeitet und bewertet. Anlass und Motivation für diese Studie waren die hohen RKM-Gehalte im Rheineinzugsgebiet, die weder durch technische Aufbereitung noch durch Uferfiltration weitgehend entfernt werden können. Eine Literaturrecherche sowie Experimente mit Modellwässern und Urin zeigten die folgenden Schwachpunkte einer dezentralen Urinbehandlung auf: (i) Die mangelhafte Kontrolle wesentlicher Einflussgrößen wie z. B. pH-Wert und Durchmischung, (ii) die potentiell mangelnde Fähigkeit bzw. Motivation des Patienten, die Urinbehandlung durchzuführen, (iii) der kurze akzeptable Zeitraum für die Reaktion ( $\leq 24$  h) sowie (iv) die Entstehung potentiell bedenklicher Mengen  $H_2$ -Gases während der Behandlung. Dennoch können selbst unter diesen Reaktionsbedingungen mittels einer Dosierung von 50 g nZVI pro Liter Urin nach starker initialer pH-Absenkung Stoffumsätze von  $\sim 80$  % (aus  $20 \text{ g L}^{-1}$  organisch gebundenem Iod; Iodid-Freisetzung ausgedrückt als Umsatz) erzielt werden. Hinsichtlich der Reaktionsrate ist nZVI herkömmlichem ZVI-Pulver und Granulat deutlich überlegen. Bei der Urinbehandlung mit nZVI entstehen unter den gewählten Bedingungen  $\sim 2 \text{ L H}_2$ -Gas pro Liter Urin, welches bei der Risikobetrachtung des Verfahrens nicht unbeachtet bleiben sollte.

## 7.7 Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen durch weitergehende Behandlung von Kläranlagenabläufen und Mischwasser aus Regenüberlaufbecken verschiedener Größe zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodenseezuflusses Schussen (SchussenAktivplus)



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Gesamtziel dieses vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes war es, ein auf wissenschaftlicher Erkenntnis basierendes Konzept für einen integrierten Ansatz in der Abwasser- und Regenwasserbehandlung in Flusseinzugsgebieten zu erstellen, welches zur Eintragsminderung von Mikroverunreinigungen und Keimen über Kläranlagen und Regenentlastungen führt. In dem Teilprojekt des TZW wurde mittels modernster Analyseverfahren die chemische Beschaffenheit von Abwasser-, Mischwasser-, Flusswasserproben, Sedimenten und Fischgewebe untersucht. Durch die chemisch-analytischen Untersuchungen wurden die direkten Auswirkungen der weitergehenden Abwasserbehandlung auf die Wasserqualität erfasst und Hinweise auf Ursachen und Zusammenhänge bei den biologischen Wirktests gewonnen.

Die Kombination einer Ozonung mit einer Aktivkohlefiltration erwies sich dabei als effizienteste Kombination zur weiteren Reduktion von Spurenstoffen, die nach der biologischen Abwasserbehandlung noch nachweisbar waren. Ozonung und Aktivkohlefiltration alleine führten ebenfalls zu einer deutlichen Elimination einer Vielzahl der untersuchten Spurenstoffe. Ihre Effektivität ist zwar substanzspezifisch, beide Verfahren stellen jedoch einen vielversprechenden Ansatz zur weitergehenden Abwasserbehandlung dar. Für eine abschließende Bewertung der Aufbereitungsverfahren ist es wichtig, Aufbereitungsziele zu definieren und den Einsatz einer vierten Reinigungsstufe darauf abzustimmen.

Bei der Behandlung von Überläufen aus der Mischwasserkanalisation erwies sich der Einsatz eines Retentionsbodenfilters als gute Möglichkeit für die Entfernung von Spurenstoffen. Die Effektivität ist für viele Verbindungen mit der einer biologischen Reinigungsstufe in Kläranlagen vergleichbar.

## 7.8 DVGW-Forschungsvorhaben: Einfluss von Wasserzählern auf die mikrobiologische Beschaffenheit der nachgeschalteten Trinkwasser-Installation - Bestandsaufnahme, Istzustandsanalyse, Regelwerk



Bereits im Jahr 2010 waren in Einzelfällen mikrobielle Verunreinigungen u. a. mit *Pseudomonas aeruginosa* bei Verbundwasserzählern festgestellt worden. Es war jedoch unklar, ob diese Verunreinigungen bereits in den neuen Zählern vorhanden waren oder erst durch nicht sachgerechte Bedingungen beim Einbau verursacht wurden. Aufgrund dessen hatte das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser im Sommer 2014 gemeinsam mit der Zählerprüfstelle der Stadtwerke Karlsruhe ein DVGW-Projekt zur Bestandsaufnahme der mikrobiellen Belastung neuer Wasserzähler begonnen.

Für diese Bestandsaufnahme wurden sowohl Daten aus den Untersuchungen des TZW mit der Zählerprüfstelle der Stadtwerke Karlsruhe als auch Daten von Wasserzähleruntersuchungen anderer Labore von Wasserversorgungsunternehmen ausgewertet.

Bis zum Jahresende 2014 wurden insgesamt rund 2.700 mikrobiologische Untersuchungen von Wasserzählern auf *Pseudomonas aeruginosa* durchgeführt bzw. ausgewertet. Rund 23 % der untersuchten fabrikneuen Wasserzähler aus den Lagern der Wasserversorgungsunternehmen wiesen Belastungen mit *Pseudomonas aeruginosa* auf. Hierbei zeigte sich ein deutlicher Unterschied der Befundraten zwischen Zählern mit Metallgehäuse und solchen mit Kunststoffgehäuse. Während bei ersteren nur 14 % Belastungen mit *Pseudomonas aeruginosa* aufwiesen, lag die Rate an Positivbefunden bei den Kunststoffzählern im Mittel bei 50 %. Auch die Höhe der Kontamination war bei den Wasserzählern mit Kunststoffgehäuse deutlich höher.

Es ist hierbei von einer Verunreinigung bei der Prüfung / Eichung auf den Prüfständen auszugehen. Die Hersteller bzw. Prüfinstitute ergriffen in der Folge entsprechende Maßnahmen, so dass seit Anfang 2015 die Befundraten deutlich zurückgingen.

Die Befunde machen deutlich, dass es sich bei den Verunreinigungen von Wasserzählern mit *Pseudomonas aeruginosa* um ein systematisches Problem handelte, das durch entsprechende Maßnahmen an den Prüfständen behoben werden muss. Eine entsprechende Wasserinformation wurde bereits erarbeitet (DVGW-Information vom 02. April 2015: Hygieneanforderungen an Prüfstände und Prüfwasser zur Prüfung von Wasserzählern zur Sicherstellung der mikrobiellen Unbedenklichkeit).

## 7.9 Vulnerabilitätsanalyse von Wasserversorgungsunternehmen im südlichen Schwarzwald hinsichtlich des Klimawandels



Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIMOPASS des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) wurde ein Projekt zur Vulnerabilitätsanalyse von Wasserversorgungsunternehmen im südlichen Schwarzwald in Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels gemeinsam von den Abteilungen Technologie und Wirtschaftlichkeit sowie Grundwasser und Boden abgeschlossen.

Nach den Ergebnissen des Projektes ist die Wasserversorgung des Untersuchungsgebiets auf Grund der hydrogeologischen Gegebenheiten besonders vulnerabel gegenüber Änderungen der Niederschlagsverteilung durch den Klimawandel. Anhand mehrerer Klimaszenarien wurde die Auswirkung auf die Schüttungen der zur Trinkwasserversorgung genutzten Quellen ermittelt. Außerdem wurde auf der Basis von aktuellen Verbrauchswerten und Einwohnerzahlen eine Bedarfsprognose erstellt. Die im Projektgebiet vorhandenen Wasserversorgungsstrukturen wie Hochbehälter, Pumpwerke, Trinkwasseraufbereitungsanlagen und Wasserversorgungsleitungen wurden digitalisiert und mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) dokumentiert. Neben der Lage der Objekte wurden weitere Eigenschaften wie Speicherkapazität, Durchmesser und Material erfasst. Ziel war neben der Erhebung für projektinterne Zwecke die Aktualisierung von beim UM vorliegenden GIS-Datensätzen zu Wasserversorgungsstrukturen. Durch Gegenüberstellung von veränderten Quellschüttungen, Wasserbedarfsprognose und Wasserversorgungsstrukturen konnte ermittelt werden, in welchen Gemeinden durch den Klimawandel mit dem Auftreten von Engpässen zu rechnen ist.

## 7.10 Entwicklung eines neuen kombinierten Verfahrens zur Abluftreinigung mittels biologischem Abluftwäscher und vorgeschalteter UV-Oxidation/-Katalyse für spezielle Industrieabluft



Ziel war die Entwicklung eines Kombi-Verfahrens zur Verbesserung der Bioabbaubarkeit von schwer abbaubaren und toxischen Schadstoffen in der Abluft an teerölkontaminierten Industrie-Standorten.

Im Labor gelang mit Anreicherungskulturen der biologische Abbau von 2,5-Dimethylfuran wie auch anderer flüchtiger organischer Modellverbindungen. Eine mikrobielle Abbau-Hemmung durch Ozon wurde nicht beobachtet. Die Kulturen bzw. die autochthonen Bakterien erwiesen sich beim mikrobiellen Abbau realer Abluft-Kondensate wie auch gegenüber UV-Abbauprodukten als robust und tolerierten hohe

Gehalte. Die auf den biologischen Abbau toxisch wirkenden Grenzkonzentrationen von Thiophen und 2,5-DMF erreichen Werte um die 70 mg/L. Die im Kondensat einer Industrieabluftbehandlung gemessenen Pyridin-Gehalte wurden abgebaut mit einer zu beachtenden konzentrationsabhängigen Hemmung des biologischen Abbaus. Die Toxizität der Stoff- und Produktmischungen in Waschwässern wurde durch die UV-Behandlung verringert.

Ein Überwachungskonzept für die biologischen Prozesse wurde entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Sowohl in Laborversuchen mit Modellstoffen und Waschwässern als auch im Praxisbetrieb konnte eine deutliche Verbesserung der biologischen Abbaubarkeit durch die Vorbehandlung mit UV gezeigt werden.



**Bild 7.5:** Pilotanlage zur Abluftreinigung mittels biologischem Abluftwäscher und vorgeschalteter UV-Oxidation/-Katalyse (Foto und Praxisbetrieb: IBL UMWELT- UND BIOTECHNIK GMBH)

### 7.11 Entwicklung einer innovativen Sanierungstechnologie für cDCE- und VC-Grundwasserschäden durch simultane Sauerstoffzugabe und Bioaugmentation



Aufgrund ihres häufigen Vorkommens, ihres hohen Ausbreitungspotentials und ihrer toxischen bzw. kanzerogenen Eigenschaften gehören die Chlorethene weltweit zu den relevantesten Umweltschadstoffen. An vielen Altlasten-Standorten werden aus den Ursprungsschadstoffen cis-1,2-Dichlorethen (cDCE) und Vinylchlorid (VC) gebildet. Der mikrobiologische Abbau von Chlorethenen kann sowohl anaerob-reduktiv als auch aerob-oxidativ erfolgen, wobei die aerob-oxidativen Abbauvorgänge deutliche Vorteile für die praktische Anwendung aufweisen.

Die Potentialanalyse des aeroben mikrobiellen Abbaus von cDCE und VC an einem Modellstandort ergab, dass die standorteigenen Mikroorganismen zum produktiven Abbau von VC sowie zum cometabolischen Abbau von cDCE mit VC und/oder Ethen in der Lage sind. Bei einer in-situ Stimulierung ist demnach die Zugabe von Ethen

und Sauerstoff für eine erfolgreiche Schadstoffelimination ausreichend. Zusätzliche Bioaugmentation durch die Zugabe cDCE-verwertender Bakterien führte hier nicht zu einer weiteren Effizienz-Steigerung des Abbaus. Im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf andere Standorte wurde durch die Analyse der mikrobiellen Prozessparameter nachgewiesen, dass aerob Chlorethen-abbauende Bakterien in-situ Injektionsbedingungen tolerieren können und somit für Bioaugmentations-Anwendungen geeignet sind.

Das biologische Monitoring bei der praktischen in-situ Anwendung zeigte signifikante Reaktionen bei Aktivitätstests und PCR-Nachweisen. Damit wurde die biologische Abbauaktivität im Testfeld dokumentiert. Die entsprechenden Nachweisverfahren wurden bis zur Anwendungsreife etabliert.

Das Untersuchungskonzept zur Potentialanalyse mikrobiologischer Abbauprozesse, die Ermittlung mikrobieller Prozessparameter sowie die neu etablierten Monitoring-Verfahren sind bestens geeignet für die Beschreibung der Leistungsfähigkeit sowie für das in-situ Monitoring des aeroben Chlorethen-Abbaus in der praktischen Altlastenbearbeitung.

#### **7.12 Verhalten von Antibiotika-Resistenzgenen bei der Trinkwasseraufbereitung: Eine Vergleichende Risikobewertung für die Wasserversorgung**



Der vielfache Einsatz von Antibiotika in der Human- und Tiermedizin, in Tiermastbetrieben und im Pflanzenschutz hat zu einer Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der aquatischen Umwelt geführt. Im Rahmen eines DVGW-geförderten Projektes wurde ein ubiquitäres Vorkommen von Antibiotika-Resistenzgenen in Oberflächenwässern, Uferfiltraten und Kläranlagenabläufen festgestellt. Aus diesem Grund wurden in dieser Studie die wesentlichen zur Wasseraufbereitung eingesetzten reaktiven Verfahren, d. h. Ozonung, UV-Behandlung und Desinfektion mit Natriumhypochlorit, in Bezug auf die Verminderung von Antibiotikaresistenzgenen untersucht.

Hierzu wurden Proben eingesetzt, die mit Modellkeimen dotiert wurden. Die Keimzahlen wurden mittels Kulturverfahren und die Kopienzahl ausgewählter Antibiotika-Resistenzgene mittels molekularbiologischer Methoden bestimmt.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Wasseraufbereitungsverfahren nahm die Anzahl der kultivierbaren Bakterien mit steigender Chlor-, Ozon- und UV-Dosis im erwarteten Maß ab. Beim Eliminationsverhalten der Antibiotika-Resistenzgene zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Wasseraufbereitungsverfahren. Bei der Ozonung war eine gleichzeitige Abnahme der Keimzahlen und Resistenzgene zu beobachten, während bei der Chlorung die Abnahme der Resistenzge-

ne im Vergleich zur Keimzahl langsamer erfolgte. Durch Chlor werden die Bakterienzellen derart geschädigt, dass sie nicht mehr kultivierbar sind, die DNA aber zunächst intakt bleibt. Auch bei der UV-Bestrahlung wurde eine geringe Reduktion der Antibiotika-Resistenzgene im Vergleich zur Abnahme der Bakterienzahlen im Kulturverfahren ermittelt.

Die Untersuchung verschiedener Rohwässer bestätigte, dass Grundwasser deutlich weniger Antibiotika-Resistenzgene enthält als Oberflächenwässer. Die Beprobung unterschiedlicher Entnahmestellen in Wasserwerken zeigte eine Abnahme der Resistenzgene im Zuge der Aufbereitung, die teilweise zur vollständigen Elimination führt.

Eine vergleichende Betrachtung des Vorkommens von Antibiotikaresistenzen im Trinkwasser und anderen Lebensmitteln zeigt, dass einige Lebensmittel im Vergleich deutlich höher belastet sein können. Gegenüber dem Verzehr von Fleisch- oder Milchprodukten ist die Aufnahme über Trinkwasser mengenmäßig von deutlich untergeordneter Bedeutung.

Generell ist der große Nutzen von Antibiotika bei der therapeutischen Behandlung von Mensch und Tier unbestritten. Um eine weitere Verbreitung der Resistenzgene zu vermeiden, sollte ihre Anwendung in allen Bereichen auf das medizinisch sinnvolle Maß reduziert werden. Es ist allerdings zu bedenken, dass über die letzten Jahrzehnte bereits ein erheblicher Austrag von Antibiotikaresistenzen in die Umwelt stattgefunden hat. Die Resistenzgene sind in die Mikroorganismen-Populationen in Boden und Gewässern übergegangen. Das Verhalten und die Übertragung der Resistenzen in aquatischen Ökosystemen kann derzeit noch nicht beurteilt werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

Für die Überwachung und Steuerung der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung stehen molekularbiologische Methoden und Kulturverfahren zur Verfügung, die allerdings derzeit noch nicht standardisiert sind. Eine Vereinheitlichung und Erweiterung der Datenbasis ist erforderlich, um die Belastungen und Trends erfassen und bewerten sowie gegebenenfalls gezielte Maßnahmen ableiten zu können.

### 7.13 SMART – Sustainable Management of Available Water Resources with Innovative Technologies. Teilprojekt: Biologie und Grundwasseranreicherung



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Das Projektvorhaben zielte auf die Entwicklung eines den regionalen Bedingungen des Einzugsgebiets des Unteren Jordan Flusses angepassten IWRM Konzeptes und dessen längerfristige Umsetzung in die wasserwirtschaftliche Praxis der Region.

Vor allem in ariden Gebieten besteht die Gefahr einer Spurenstoffanreicherung im Wasserkreislauf. Die Bodenpassage kann dabei als natürliche Barriere zum Grundwasser einen wertvollen Beitrag zum Rückhalt von Fremdstoffen leisten. Bei der künstlichen Grundwasseranreicherung (MAR: Managed Aquifer Recharge) werden natürliche Stoffminderungsprozesse genutzt. Für ein eingehendes Verständnis dieser Prozesse wurden Parameter und das heterogene Substanzspektrum angepasst und stehen nun für weitere Untersuchungen zur Verfügung. Die Reinigungsleistung einer MAR-Strategie, welche die Komponenten konventionelle Aufbereitung in der Kläranlage, Bodenpassage und Speicherung im Aquifer umfasst, wurde im Labor und im Feld geprüft. Die Ergebnisse erweitern und vertiefen das biologische Prozessverständnis bei der künstlichen Grundwasseranreicherung.



**Bild 7.6:** Demonstrations- und Testanlage zur dezentralen Wasseraufbereitung in Fuheis (Jordanien) - Inbetriebnahme eines Versickerungsbeckens durch das TZW

Die drei Komponenten der Grundwasseranreicherung, nämlich die Reinigung in der Kläranlage, Bodenpassage und Speicherung im Untergrund, wiesen ein hohes Eliminationspotential für die Mehrzahl der untersuchten Xenobiotika und der hygienisch relevanten Bakterien auf. Die aus den Ergebnissen dieser Arbeit erstellte Klassifizierung von Spurenstoffen dient einer vorläufigen Einschätzung des Verhaltens der untersuchten Substanzen während der Bodenpassage und anschließenden Speicherung im Untergrund im Sinne einer Risikobewertung für Managed Aquifer Recharge. Im Hinblick auf eine MAR-Anwendung stellen die Ergebnisse dieser Arbeit die hohe Relevanz der vorherrschenden Redoxbedingungen und der Adaption spezialisierter Mikroorganismen über die Zeit für den Abbau mitunter bisher nur wenig untersuchter Substanzen heraus. Durch den Betrieb des Infiltrationsbeckens in Fuheis wurden die Laborergebnisse zum Abbau von Spurenstoffen und hygienisch relevanten Keimen bei der Bodenpassage im Feldmaßstab weitgehend bestätigt. Wenige persistente Stoffe wie Carbamazepin und Iopamidol konnten nicht eliminiert werden.

#### 7.14 Online-Fluoreszenzsensor zur Bestimmung organischer Inhaltsstoffe zur Kontrolle und Steuerung von Wasserwerksprozessen



In diesem von der AIF geförderten Projekt konnte in Kooperation mit einem mittelständischen Unternehmen ein am TZW entwickeltes Verfahren zur Charakterisierung und Quantifizierung des NOM erfolgreich auf einen neu entwickelten Online-Sensor übertragen werden (Bild 7.7).

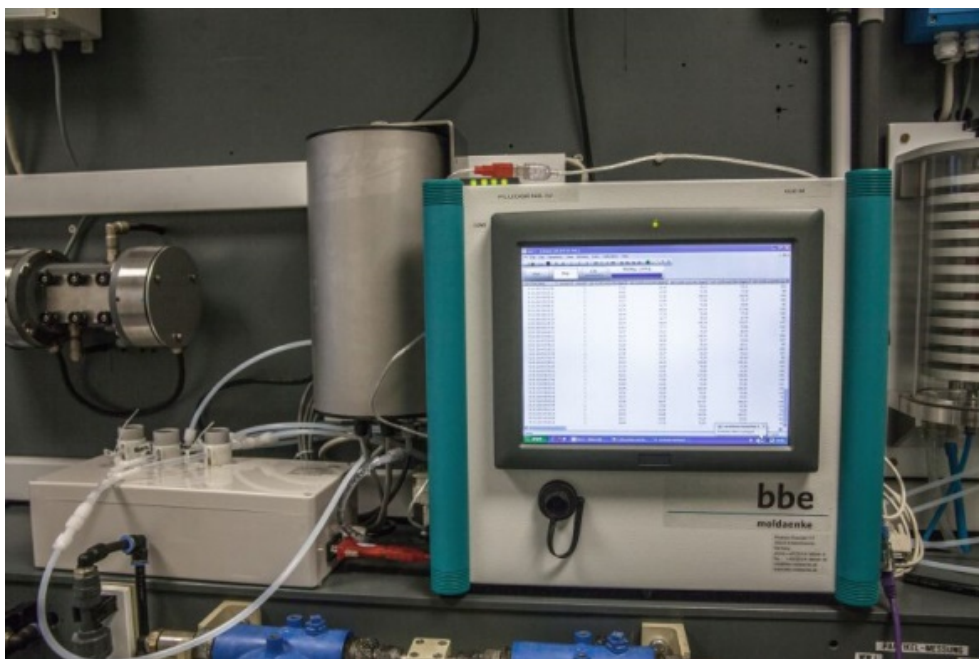


Bild 7.7: Sensor im Praxiseinsatz in der Wasserverteilung

Mit Hilfe des Sensors ist es möglich, einzelne Fraktionen des NOM wie Huminstoffe, Biopolymere und Chlorophyll online zu erfassen. Darüber hinaus werden die Temperatur, Trübung und der SSK bei 255 nm erfasst. Erste Langezeitversuche mit Prototypen zeigen, dass der Sensor unter Praxisbedingungen stabil arbeitet. Besondere Sorgfalt muss jedoch bei der Reinigung der Messküvette erfolgen. Zwar verfügt der Sensor über eine automatische Reinigungseinheit, trotzdem ist für die Prototypen in Abhängigkeit der Rohwassersituation eine regelmäßige manuelle Reinigung zu empfehlen.

## **8 Kurzfassungen von ausgewählten TZW-finanzierten F&E-Projekten**

### **8.1 Veranlassung**

Um unmittelbar anstehende Fragestellungen zu bearbeiten oder um Vorkenntnisse zur Ausarbeitung von Forschungsanträgen zu ermöglichen, sind mitunter F&E-Arbeiten erforderlich, die nicht im direkten Zusammenhang mit laufenden Projekten stehen. Am TZW werden solche Arbeiten aus Eigenmitteln getragen. Die nachstehenden Beispiele geben einen Überblick über entsprechende Projekte für den Berichtszeitraum.

### **8.2 Typisierung und Identifizierung von coliformen Bakterien**

Im Sommer und Herbst 2015 kam es in ausgewählten Seen und Talsperren zu einer Massenvermehrung von coliformen Bakterien, die auch Auswirkungen auf die Trinkwasseraufbereitung hatte. Die Abteilung Mikrobiologie des TZW initiierte eine Beprobung und untersuchte die entnommenen Wasserproben auf coliforme Bakterien. Nachgewiesene coliforme Bakterien wurden mit neuentwickelten molekularbiologischen Methoden typisiert und identifiziert. Hierdurch konnte gezeigt werden, dass die Massenvermehrung durch wenige nahverwandte, noch nicht beschriebene Stämme coliformer Bakterien hervorgerufen wurde. Diese Stämme sorgten in der Vergangenheit bereits in Talsperren für Probleme. Es besteht akuter Forschungsbedarf, um die Ursachen zu eruieren, die einer solchen Massenvermehrung von coliformen Bakterien zugrunde liegen. Aufgrund des Klimawandels ist zukünftig vermutlich häufiger mit Massenvermehrungen coliformer Bakterien in Seen und Talsperren zu rechnen.

### **8.3 Entwicklung von Multi-Methoden zur Bestimmung von pharmazeutischen Wirkstoffen mittels HPLC/MS-MS**

Um aus der Vielzahl der bekannten Arzneimittelwirkstoffe die für die Wasserversorgung relevanten Stoffe auszuwählen und analysieren zu können, wurde ein automatisiertes Bestimmungsverfahren entwickelt, mit dem in der Regel Bestimmungsgrenzen von 0,01 µg/L pro Einzelsubstanz erreicht werden können. Die Palette der pharmazeutischen Wirkstoffe umfasst dabei die wichtigsten Vertreter verschiedener Wirkstoffklassen wie Antibiotika, Betablocker, Chemotherapeutika, Antibiotika-Makrolide, Röntgenkontrastmittel usw.

#### **8.4 Bestimmung von Transformationsprodukten nach Oxidations- und Desinfektionsverfahren**

Transformationsprodukte entstehen nicht nur durch biologische Vorgänge in der aquatischen Umwelt, sondern auch bei Oxidationsverfahren (Ozon) oder Desinfektionsmaßnahmen mit Chlor. Es wurden experimentelle Ansätze erarbeitet, um unter praxisnahen Bedingungen die Oxidationsreaktionen im Labor zu simulieren und die gebildeten Transformationsprodukte zu identifizieren. Zukünftig sollen auch theoretische Überlegungen und Ansätze mittels verfügbarer Software-Tools berücksichtigt werden.

#### **8.5 Vergleichende Untersuchungen zur Stoffmigration nach verschiedenen nationalen und europäischen Verfahren**

Im Rahmen der Prüfung zur hygienischen Eignung von Produkten und Werkstoffen im Kontakt mit Trinkwasser ergeben sich häufig Fragestellungen zur Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen. Beispielsweise gilt dies für die Migration von Einzelstoffen bei Schwefel vernetzten Elastomeren. Hier wird aktuell Bezug auf eine Prüfgrundlage genommen, welche für Produkte außerhalb der Trinkwasseranwendung etabliert sind und deutlich von der Systematik der Migrationsprüfung im Trinkwasserbereich zur hygienischen Bewertung abweichen. Daher ist die Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Herangehensweisen zu untersuchen.



# Anlage 1

## Publikationen



*Armbruster, D.; Happel, O.; Scheurer, M.; Harms, K.; Schmidt, T. C.; Brauch, H.-J.:* Fate of the antidiabetic drug metformin during chlorine disinfection of water. In: Disinfection By-products in Drinking Water, ed. by Thompson, K. Clive, Gillespie, S., Goslan, H., The Royal Society of Chemistry, RSC Publishing, No. 352, p. 81-87, ISBN: 978-1-78262-088-4, eISBN: 978-1-78262-271-0 (2015)

*Armbruster, D.; Happel, O.; Scheurer, M.; Harms, K.; Schmidt, T. C.; Brauch, H.-J.:* Emerging nitrogenous disinfection byproducts: Transformation of the antidiabetic drug metformin during chlorine disinfection of water. *Water Research* 79, 104-118 (2015)

*Baldauf, G.; Haist-Gulde, B.; Hochmuth, D.:* Entfernung von organischen Spurenstoffen. Aufbereitung – Allheilmittel für alle Fälle? In: AWBR-Jahresbericht Nr. 46, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR), Freiburg, ISSN 0179-7867, 129-150 (2015)

*Ballesté, E.; Belanche, L.; Olano, D.; Tiehm, A.; Farnleitner, A.H.; Santos, R.; Oristo, S.; Blanch, A. R.:* Developing predictive models to overcome the pitfalls of microbial source tracking techniques. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 45-46 (2015)

*Blanch, A. R.; Ballesté, E.; Muniesa, M.; Stange, C.; Tiehm, A.; Schuster, N.; Farnleitner, A. H.; Sommer, R.; Lindner, G.; Nunes-Monteiro, S. P.; Santos, R.; Oristo, S.; Maunula, L.; Lucena, F.:* Selection of workable combinations of microbial source tracking markers to distinguish faecal pollution from more than two origins: an ongoing EU project. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 42-44 (2015)

*Brauch, H.-J.; Fleig, M.; Schmidt, C. K.:* Wesentliche Ergebnisse aus dem ARW-Untersuchungsprogramm 2014. In: ARW Jahresbericht Nr. 71, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V.(ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 15-57 (2015)

*Brauch, H.-J.; Fleig, M.; Storck, F. R.:* Fachliche Beiträge aus der Arbeit des TWB. Die Wasserbeschaffenheit der Donau und Sava in den Jahren 2013 und 2014 / Water quality and status of the Danube and Sava Rivers in 2013 and 2014. Kapitel 5.1 in: IAWD-Jahresbericht 2013/2014, Hrsg.: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Donaueinzugsgebiet (IAWD), Wien, 23-34 (2015)

*Brauch, H.-J.; Storck, F. R.:* Europäisches Fließgewässermemorandum zur qualitativen Sicherung der Trinkwassergewinnung / Memorandum regarding the protection of European rivers and watercourses in order to protect the provision of drinking water. Kapitel 5.3 in: IAWD-Jahresbericht 2013/2014, Hrsg.: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Donaeinzugsgebiet (IAWD), Wien, 41-46 (2015)

*Brauch, H.-J.; Storck, F. R.:* Mikroplastik – ein Problem für die Wasserversorgung im Donaauraum? / Microplastics – a problem for water supply in the Danube River Basin? Kapitel 5.4 in: IAWD-Jahresbericht 2013/2014, Hrsg.: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Donaeinzugsgebiet (IAWD), Wien, 47-54 (2015)

*Brauch, H.-J.; Storck, F. R.:* Unterstützung der Joint Danube Survey 3 durch die IAWD / Support extended by IAWD to Joint Danube Survey 3. Kapitel 5.2 in: IAWD-Jahresbericht 2013/2014, Hrsg.: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Donaeinzugsgebiet (IAWD), Wien, 35-40 (2015)

*Brauer, F.; Bethmann, D.; Kaupe, M.; Schiffmann, S.:* Risikomanagement für ein Kölner Wasserwerk. DVGW energie|wasser-praxis 06/2015, 42-50 (2015)

*Donath, O.; Korth, A.:* Bewertung von Spülverfahren für Trinkwasserleitungen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 69, ISSN 1434-5765 (2015)

*Fleig, M.; Brauch, H.-J.:* Aktuelle Ergebnisse aus dem AWBR-Untersuchungsprogramm 2014. In: AWBR-Jahresbericht Nr. 46, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR), Freiburg, ISSN 0179-7867, 53-76 (2015)

*Fleig, M.; Brauch, H.-J.:* Aktuelle Informationen zum Warn- und Alarmplan Rhein. In: ARW Jahresbericht Nr. 71, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V.(ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 59-68 (2015)

*Fleig, M.; Brauch, H.-J.; Schick, R.:* Forschungsvorhaben Klimawandel am Bodensee. In: AWBR-Jahresbericht Nr. 46, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR), Freiburg, ISSN 0179-7867, 109-128 (2015)

*Frohnert, A.; Kreißel, K.; Lipp, P.; Dizer, H.; Hambsch, B.; Szewzyk, R.; Selinka, H.C.:* Removal of surrogate bacteriophages and enteric viruses from seeded environmental waters using a semi-technical ultrafiltration unit. Food and Environmental Virology, 7: 173-182 (2015)

Gaza, S.: Aerob-produktiver Abbau von Chlorethenen: Nachweis eines neuen Abbauweges für Trichlorethen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 66, ISSN 1434-5765 (2015)

Gaza, S.; Felgner, A.; Otto, J.; Kushmaro, A.; Ben-Dov, E.; Tiehm, A.: Biodegradation of chloro- and bromobenzoic acids: Effect of milieu conditions and microbial community analysis. Journal of Hazardous Materials 287: 24-31, DOI 10.1016/j.jhazmat.2015.01.025 (2015)

Gaza, S.; Schmidt, K.; Friedrich, M.; Hansel, H.; Tiehm, A.: Ein neuer aerober biologischer Abbauweg für Trichlorethen: TCE als Wachstumssubstrat. alllasten spektrum 5/2015, 174-181 (2015)

Haist-Gulde, B.; Sacher, F.: Anforderungen an den Einsatz von Aktivkohle zur Spurenstoffentfernung. Begleitbuch zur 11. Aachener Tagung Wassertechnologie, 27. - 28. Oktober 2015, 337-344 (2015)

Hamsch, B.: Bestandsaufnahme der mikrobiellen Belastung in Wasserzählern. DVGW energie|wasser-praxis 10/2015, 120 (2015)

Hamsch, B.; Hügler, M.: Auftreten von *Pseudomonas aeruginosa* in Trinkwasser-Installationen in Krankenhäusern: Ursachenforschung und Gegenmaßnahmen. In: 11. Ulmer Symposium Krankenhaushygiene, 28. - 30. April 2015, Ulm, Programm und Abstracts, 54 (2015)

Hamsch, B.; Hügler, M.: Mikrobiologisches Messprogramm der IAWR 2009 bis 2013. In: ARW Jahresbericht Nr. 71, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V.(ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 115-126 (2015)

Hamsch, B.; Hügler, M.: *Pseudomonas aeruginosa* in Trinkwasser-Installationen: Ursachenforschung und Gegenmaßnahmen. Management & Krankenhaus kompakt, Hygiene, S. 17 (2015)

Happel, O.; Armbruster D.; Scheurer, M.; Harms, K.; Schmidt, T. C.; Brauch, H.-J.: Untersuchungen zur Umsetzung des Antidiabetikums Metformin bei der Wasserdesinfektion durch Chlor. Vom Wasser – Das Journal 113(3) ISSN: 0083-6915, 96-99 (2015)

Happel, O.; van den Broeke, J.: Weltweite Erfahrungen beim Einsatz von Online-Sensoren im Trink- und Abwasserbereich. Vom Wasser 113/1, 15-20 (2015)

*Horn, H.; Kolb, T.; Trimis, D.; Klinger, J.:* Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser im Jahre 2014. *gwf-Wasser|Abwasser* 156/6, 678-693 (2015)

*Huber, A.; Stange, C.; Tiehm, A.:* Der Yeast-Estrogen-Screen (YES)-Assay: Evaluierung und Anwendung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 68, ISSN 1434-5765 (2015)

*Hügler, M.; Kobbe, S.; Eggers, J.; Hamsch, B.:* Effects of UV and chlorine on cultivability and FISH-detection of bacterial indicators and pathogens. In: How dead is dead IV? Survival of the fittest, strongest, smartest, luckiest..., 21. - 22. Mai 2015, Zürich, Schweiz, Program and Abstracts, 29 (2015)

*Hügler, M.; Petzoldt, H.; Korth, A.:* Innovativer Ansatz zur Ursachenanalyse mikrobiologischer Belastungen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 45-57 (2015)

*Hügler, M.; Petzoldt, H.; Korth, A.; Hamsch, B.:* Growth properties of *Pseudomonas aeruginosa* in drinking water distribution systems. In: 18th International Symposium on Health-Related Water Microbiology, 13.-18. September 2015, Lissabon, Portugal, Proceedings, 102-103 (2015)

*Janda, J.; Lange, F. T., Brauch, H.-J.:* Polare, kurzkettige per- und polyfluorierte Alkylverbindungen in Wasser. In: Wasser 2015, Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Schwerin, 11.-13. Mai 2015, Tagungsband: 256-261 (2015)

*Jekel, M.; Dott W.; Bergmann, A.; Dünnbier, U.; Gnirß, R.; Haist-Gulde, B.; Hamscher, G.; Letzel, M.; Licha, T.; Lyko, S.; Miehe, U.; Sacher, F.; Scheurer, M.; Schmidt, C. K.; Reemtsma, T.; Ruhl, A. S.:* Selection of organic process and source indicator, *Chemosphere* (2015)

*Kiefer, J.; Geiges, M.:* Reduzierung der PSM-Belastung bei ausgewählten Rohwasserressourcen – Eine Initiative der DVGW-Landesgruppe Baden-Württemberg. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 25-44 (2015)

*Klinger, J.; Brauch, H.-J.; Sacher, F.; Kiefer, J.; Hamsch, B.; Tiehm, A.; Wricke, B.; Turković, R.:* Das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser im Portrait. *gwf-Wasser|Abwasser* 156/10, Netzwerk Wissen, 973-992 (2015)

*Korth, A.; Donath, O.:* Spülverfahren für Trinkwasser. *Aqua & Gas* 11/2015, ISSN 2235-5197, 42-47 (2015)

*Korth, A.; Donath, O.; Freygang, A.:* Zustandsorientierte Netzspülungen bei den Stadtwerken Pforzheim. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 137-147 (2015)

*Korth, A.; Nietsche, R.; Kozisek, F.; Zitny, T.:* Abschaltung der Chlorung in Mladá Boleslav. gwf-Wasser|Abwasser 156/2, 222 - 227 (2015)

*Kranzioch I.; Wang L.; Zheng B.; Yin D.; Tiehm A.:* Chinese-German Cooperation: Biodegradation of chlorinated pollutants by Yangtze cultures. gwf-Wasser|Abwasser international 1/2015, 28-31 (2015)

*Kranzioch, I., Ganz, S., Tiehm, A.:* Chloroethene degradation and expression of Dehalococcoides dehalogenase genes in cultures originating from Yangtze sediments. Environmental Science and Pollution Research 22(4): 3138-3148, DOI 10.1007/s11356-014-3574-4 (2015)

*Kranzioch, I.:* Anaerober CKW-Abbau: Molekularbiologie, Substanzspektrum, Isotopenfraktionierung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 67, ISSN 1434-5765 (2015)

*Kreißel, K.; Bösl, M.; Lipp, P.; Franzreb, M.; Hambsch, B.:* Influence of water quality on virus removal by ultrafiltration processes in drinking water treatment. In: 18th International Symposium on Health-Related Water Microbiology, 13.-18. September 2015, Lissabon, Portugal, Proceedings, 255-257 (2015)

*Lange, F. T.; Michel, A.:* Bedeutung von Silikontensiden für die Wasserversorgung. DVGW energie|wasser-praxis 03/2015, 56-62 (2015)

*Lehmann, J.; Müller, A.; Tiehm, A.:* Anwendung von Monitored Natural Attenuation bei einem Teerölschaden. In: Egloffstein/Burkhardt (Hrsg.), Altlasten 2015 – Von der Altlastensanierung zum vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutz, Beiträge zum Seminar Band 27 (ICP Eigenverlag, ISBN 978-3-939662-16-7), 24.-25. Juni 2015, Karlsruhe: 99-108 (2015)

*Lipp, P.; Bürgin, J.; Heitkamp, S.:* Teilenthärtung eines eisenhaltigen Grundwassers mittels Membranfiltration. Begleitbuch zur 11. Aachener Tagung Wassertechnologie, 27. - 28. Oktober 2015, 407-415 (2015)

*Maier, D.; Blaha, L.; Giesy, J. P.; Henneberg, A.; Köhler, H.-R.; Kuch, B.; Osterauer, R.; Peschke, K.; Richter, D.; Scheurer, M.; Triebkorn, R.:* Biological plausibility as a tool to associate analytical data for micropollutants and effect potentials in wastewater, surface water, and sediments with effects in fishes, Water Research 72:127-144 (2015)

*Martin, T.; Kühlers, D.:* Steigerung der Energieeffizienz durch intelligentes Pumpenmanagement. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 149-160 (2015)

*Monteiro, S.; Ballesté, E.; Stange, C.; Tiehm, A.; Oristo, S.; Maunula, L.; Farnleitner, A. H.; Santos, R.:* Hepatitis E viruses: Temporal and geographical distribution in Europe. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 517-518 (2015)

*Monteiro, S.; Schuster, N.; Moreira, B.; Ballesté, E.; Stange, C.; Tiehm, A.; Reischer, G.; Oristo, S.; Blanch, A.R.; Farnleitner, A. H.; Santos, R.:* Quantitative occurrence of genetic microbial source tracking markers in target and non-target fecal sources across Europe. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 508-510 (2015)

*Müller, A.; Tiehm, A.; Zabler, W.; Lehmann, J.; Kohler, W.; Sebold, M.:* Monitored Natural Attenuation an einem teerölkontaminierten Standort – Prozessverständnis und 10 Jahre Feldmonitoring. In: Symposium Strategien zur Boden- und Grundwasseranierung, DECHEMA, Frankfurt, 30. Nov. - 01. Dezember 2015, Tagungsband: 78-83 (2015)

*Müller, U.:* Konzentrate der Umkehrosmose - besser als ihr Ruf? Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 77-96 (2015)

*Nödler, K.; Tsakiri, M.; Licha, T.:* The impact of different proportions of a treated effluent on the biotransformation of selected micro-contaminants in river water microcosms. River Basins Conference 2015, Karlsruhe, 24. and 25. of June, proceedings: 111–112 (2015)

*Nödler, K.; Tsakiri, M.; Licha, T.:* The impact of different proportions of a treated effluent on the biotransformation of selected micro-contaminants in river water microcosms. Proceedings of the 15th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment 2015, 21.–23. September, Leipzig, proceedings: 436 (2015)

*Otto, J.; Behrmann, O.; Blättel, V.; Dame, G.; Dietze, S.; Dilcher, M.; Elsässer, D.; Hakenberg, S.; Heese, C.; Hufert, F.; Hügler, M.; Karthe, D.; Kunze, A.; Scharaw, B.; Sedehizade, F.; Seidel, M.; Vosseler, S.; Westerhoff, T.; Tiehm, A.* Development of an inline rapid detection system for waterborne pathogens. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 130-131 (2015)

Otto, J.; Jurzik, L.; Schneider, M.; Stange, C.; Hamza Ewess, I.; Preuß, G.; Tiehm, A.: Entwicklung und Validierung von molekularbiologischen PCR-Methoden zum quantitativen Nachweis von hygiene relevanten Bakterien und Viren im Wasser. DVGW energie|wasser-praxis 10/2015, 58-62 (2015)

Otto, J.; Stange, C.; Tiehm, A.: Application of qPCR and flow cytometry for rapid disinfection monitoring. In: How dead is dead IV conference, Zurich, Switzerland, 21-22 May 2015, CD of Abstracts: 25 (2015)

Otto, J.; Tiehm A.: Entwicklung eines schnellen molekularbiologischen Viren-Nachweises (PMA-qPCR) zur Kontrolle von Desinfektionsverfahren. In: Wasser 2015, Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Schwerin, 11.-13. Mai 2015, Tagungsband: 349-353 (2015)

Otto, J.; Tiehm, A.: Rapid virus QPCR and PMA-QPCR detection after treatment with heat, UV and CL<sub>2</sub>. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 126-127 (2015)

Reh, R., Licha, T., Nödler, K., Hillebrand, O.: Organische Spurenstoffe – Moderne Indikatoren zur Charakterisierung von Grundwasserfließsystemen. Handbuch der Altlastensanierung, 74. Aktualisierung, 3. Aufl., März 2015, 141–160 (2015)

Sacher, F.; Thoma, A.: Beeinträchtigung der Rheinwasserbeschaffenheit durch iodierete Röntgenkontrastmittel – Strategien für Lösungsansätze. In: ARW Jahresbericht Nr. 71, 2014, Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V.(ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 77-98 (2015)

Sacher, F.; Thoma, A.: H<sub>2</sub>O: Ein Molekül mit Bedeutung für das Leben auf der Erde. In: Tribskorn, R.; Wertheimer, J. (Hrsg.): Wasser als Quelle des Lebens. Eine multidisziplinäre Annäherung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-662-46267-6 (2015)

Sacher, F.; Thoma, A.; Schlitt, V.; Müller, U.; Drechsel, V.: Innovative Aufbereitungstechnologien – Ergebnisse aus dem RiSKWa-Verbundprojekt PRiMaT. In: 48. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft. Band 236, Aachen, 44/1-44/10 (2015)

Schiperski, F., Zirlwagen, J., Hillebrand, O., Nödler, K., Licha, T., Scheytt, T.: Relationship between organic micropollutants and hydro-sedimentary processes at a karst spring in south-west Germany. Science of the Total Environment 532, 360-367 (2015)

*Schmidt, K.; Gaza, S.; Tiehm A.:* Aerobic biodegradation of trichloroethene without auxiliary substrates. In: 13th International UFZ-Deltares Conference on Sustainable Use and Management of Soil, Sediment and Water Resources, Copenhagen, Denmark, 9-12 June 2015, Book of Abstracts: 119-120 (2015)

*Schmidt, K.; Tiehm, A.:* Aerob-produktiver Abbau von Chlorethenen - Ein neuer Abbaueweg auch für TCE. In: 6. ÖVA – Technologie Workshop 2015 „Mikrobiologische In-situ-Sanierungsverfahren / ENA“, Wien/Tulln, 23. April 2015, Tagungsband: 27-30 (2015)

*Seidel, M.; Kunze, A.; Elsässer, D.; Otto, J.; Tiehm, A.; Heese, C.; Blättel, V.; Vosseler, S.; Dame, G.; Dilcher, M.; Hakenberg, S.; Hügler, M.; Hufert, F.; Scharaw, B.; Westerhoff, T.; Dietze, S.; Sedehizade, F.; Karthe, D.; Niessner, R.:* Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zum Schnelldachweis von hygiene relevanten Bakterien und Viren in Trink- und Rohwasser. In: Wasser 2015, Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Schwerin, 11.-13. Mai 2015, Tagungsband: 125-129 (2015)

*Staaks, C.; Moldaenke, C.; Tiehm, A.; Küppers, S.:* Trinkwassererzeugung in China: Vermeidung von Geschmacks- und Geruchsstoffen (T&O) sowie Microcystin unter extremen Klimabedingungen. Wasserforum 11/2015: 46-47 (2015)

*Stange, C.; Bauer, D.; Tiehm, A.:* Elimination of antibiotic resistance genes during drinking water treatment. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 116-117 (2015)

*Stange, C.; Simon, V.; Loisy-Hamon, F.; Martinez-Murcia, A.; Tiehm, A.:* Validation of commercial PCR kits for the detection of bacteria and viruses. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 498-499 (2015)

*Stange, C.; Tiehm A.:* Vorkommen und Elimination von Antibiotika-Resistenzgenen. In: WAT, Essen 26./27.10.2015, Kurzfassungen in energie | wasser-praxis (EWP) 10/2015: 111 (2015)

*Stange, C.; Tiehm, A.:* Identification of fecal pollution sources at a karst spring. In: 18th International Symposium on Health Related Water Microbiology, IWA WaterMicro 2015, Lisbon, Portugal, 13-19 September 2015, Proceedings: 123-125 (2015)

*Stange, C.; Tiehm, A.:* Occurrence of antibiotic resistance genes and faecal indicator bacteria at a karst spring. In: 3rd International Symposium on the Environmental Dimension of Antibiotic Resistance (EDAR 3), Wernigerode/Germany, 17-21 May 2015, Book of Abstracts: 87-88 (2015)

*Stange, C.; Tiehm, A.:* Verhalten von Antibiotika-Resistenzgenen bei der Aufbereitung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 59-75 (2015)

*Stauder, S.:* Aufbereitung von Tiefengrundwasser mit hohen Gehalten an Huminstoffen, Ammonium, Methan und Arsen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 97-117 (2015)

*Storck, F. R.; Happel, O.; Brauch, H.-J.:* Mikroplastik: Analytik, Vorkommen in Binnengewässern und mögliche Relevanz für die Trinkwassergewinnung – aktueller Wissensstand. In: Kurzreferate, Wasser 2015, 11.-13.05.2015, Schwerin, Wasserchemische Gesellschaft - Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. (ed.), Mülheim a.d. Ruhr, 109-114. ISBN 978-3-936028-90-4 (Vortrag V18) (2015)

*Storck, F. R., Brauch, H.-J., Skark, C., Remmler, F., Zullei-Seibert, N.:* Acesulfam – ein universeller Tracer? DVGW energie|wasser-praxis 07/08 2015, 26-31 (2015)

*Storck, F. R., Happel, O., Brauch, H.-J.:* Mikroplastik in Binnengewässern – Eine Literaturstudie. Aqua & Gas 12/2015, ISSN 2235-5197, 34-39 (2015)

*Storck, F. R., Richter, D., Brauch, H.-J.:* Emerging substances in surface and groundwater. Chapter 25 in: Joint Danube Survey 3. A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality. Eds: Liska, Igor; Wagner, Franz; Sengl, Manfred; Deutsch, Karin; Slobodnik, Jaroslav. ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, 270-276. ISBN: 978-3-200-03795-3, <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/jds3> (2015)

*Storck, F. R., Sacher, F., Brauch, H.-J.:* Hazardous and emerging substances in drinking water resources in the Danube River Basin. In: The Danube River Basin. Ed. by Liska, I.: The Handbook of Environmental Chemistry series, Series editor Barcelo, D., Kostianoy, A. G. Springer, Berlin, Volume 39, 251-270. DOI 10.1007/978-3-662-47738-0\_309; ISSN Reihe: 1867-979X, ISBN: 978-3-662-47738-0, E-book-ISBN: 978-3-662-47739-7 (2015)

*Storck, F. R.:* Mikroplastik - ein neues Thema für die Wasserversorgung? DVGW energie|wasser-praxis 10/2015, 112, ISSN: 1436-6134 (Vortrag) (2015)

*Storck, F. R.:* Mikroplastik und Wasser - Wissensstand und Ausblick. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 1-23 (2015)

*Storck, F. R.; Brauch, H.-J.:* Analytik und Vorkommen von Mikroplastik in Binnengewässern. In: Ökotoxikologie und Umweltchemie – von der Forschung in die Praxis. 20. Jahrestagung SETAC GLB, Zürich, 7.-10.9. 2015, Tagungsband, p. 107 (Vortrag 65) (2015)

*Storck, F. R.; Brauch, H.-J.:* Organic trace pollutants in the Danube Catchment - Results from Joint Danube Survey 3. SETAC Europe 25th Annual Meeting, Barcelona, 3-7 May 2015, Poster, Abstract Book TU188, Society of Environmental Toxicology and Chemistry Europe (SETAC Europe, ed.), Brussels, ISSN 2309-8031, 285 (2015)

*Storck, F. R.; Kools, S. A. E.; Rinck-Pfeiffer, S.:* Microplastics in Fresh Water Resources: GWRC Science Brief September/2015. Global Water Research Coalition, Stirling, Australia, 8 pp. (2015)

*Sturm, S.; Kiefer, J.; Wehle, E.:* Handeln ohne Handlungsspielraum! Eine neue Betrachtung für Wasserversorger zur Risikobeherrschung im Einzugsgebiet von Trinkwasserressourcen. DVGW energie|wasser-praxis 02/2015, 62-69 (2015)

*Theilmann, P.; Koehler, H.-R.; Roessler, A.; Scheurer, M.; Schwarz, S.; Vogel, H.-J.; Triebkorn, R.:* Fish embryo tests with *Danio rerio* as a tool to evaluate surface water and sediment quality in rivers influenced by wastewater treatment plants using different treatment technologies, Environmental Science and Pollution Research 22:16405-16416 (2015)

*Trautmann A., Schell H., Schmidt K.R., Mangold K.-M., Tiehm A.:* Electrochemical degradation of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl (PFASs) in groundwater. Water Science & Technology 71(10), 1569-1575, DOI 10.2166/wst.2015.143 (2015)

*Triebkorn, R.; Berg, K.; Ebert, I.; Frey, M.; Jungmann, D.; Oehlmann, J.; Oetken, M.; Sacher, F.; Scheurer, M.; Schmieg, H.; Schwarz, S.; Köhler, H.-R.:* Monitoring Primary Effects of Pharmaceuticals in the Aquatic Environment with Mode of Action-Specific in Vitro Biotests, Environmental Science & Technology, 49: 2594-2595 (2015)

*Turković, R.:* Korrosionsschäden im Versorgungsnetz. Aqua & Gas AQUA & GAS N° 6, 42-46 (2015)

*Turković, R.; Feinauer, F.:* Sichere Bewertung und Abnahme von beschichteten Stahlbehältern im Wasserwerk. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 70, ISSN 1434-5765, 119-136 (2015)

---

*Turković, R.; Koch, A.; Kalisch, A.; Klinger, J.:* Bewertung von Kunststoffen in Kontakt mit Trinkwasser. DVGW energie|wasser-praxis 11/2015, 62-67 (2015)

*Ulrich, H.; Gierig, M.; Schmidt, K. R.; Tiehm, A.; Lipp, P.:* Vergleich unterschiedlicher Sanierungsverfahren für PFC-belastetes Grundwasser. In: Handbuch Altlastensanierung und Flächenmanagement (Hrsg: Franzius V, Altenbockum M., Gerhold T.), 74. Aktualisierung, 3. Aufl.: 103-140 (2015)

*Zangi-Kotler M., Ben-Dov E., Tiehm A., Kushmaro A.:* Microbial community structure and dynamics in a membrane bioreactor supplemented with the flame retardant dibromoneopentyl glycol. Environmental Science and Pollution Research 22: 17615-17624 (2015), DOI 10.1007/s11356-015-4975-8

*Zemann, M.; Wolf, L.; Grimmeisen, F.; Tiehm, A.; Klinger, J.; Hötzl, H.; Goldscheider, N.:* Tracking changing X-ray contrast media application to an urban-influenced karst aquifer in the Wadi Shueib, Jordan. Environmental Pollution 198, 133-143 (2015)



# GWRC Annual Review 2014/15



Global Water  
Research Coalition

*"Worldwide cooperation for the generation and exchange of water knowledge through research collaborations to strategically generate, exchange and communicate knowledge through research collaborations to support safe and sustainable water supply and sanitation for the protection of public health and the aquatic environment"*

## Global cooperation for the exchange and generation of water knowledge

In 2002 twelve leading research organisations have established an international water research alliance: the Global Water Research Coalition (GWRC). GWRC is a non-profit organisation that serves as a focal point for the global collaboration for research planning and execution on water and wastewater related issues.

The Coalition focuses on water supply and wastewater issues and renewable water resources: the urban water cycle. The function of the GWRC is to leverage funding and expertise among the participating research organisations, coordinate research strategies, secure additional funding not available to single country research foundations, and actively manage a centralised approach to global issues. GWRC offers its members the opportunity to leverage resources through cooperative planning and implementation of research.

The present members of the GWRC are:

- ❖ CWN – Canadian Water Network (Canada),
- ❖ KWR – Watercycle Research Institute (Netherlands),
- ❖ PUB – Public Utilities Board (Singapore),
- ❖ Stowa – Foundation for Applied Water Research (Netherlands),
- ❖ SUEZ Environnement – CIRSEE (France),
- ❖ TZW – German Water Center (Germany),
- ❖ UK Water Industry Research (UK),
- ❖ Veolia Environnement VERI (France),
- ❖ Water Environment Research Foundation (US),
- ❖ Water Research Australia Limited (Australia),
- ❖ Water Research Commission (South Africa),
- ❖ Water Research Foundation (USA), and
- ❖ Water Services Association of Australia (Australia)

The US Environmental Protection Agency has been a formal partner of the GWRC since 2003. The Global Water Research Coalition is affiliated with the International Water Association (IWA).

GWRC members represents the interests and needs of 500 million consumers and has access to research programs with a cumulative annual budget of more than €180 million. The research portfolio of the GWRC members spans the entire urban water cycle and covers all aspects of resource management.

## GWRC Activities in 2014 – 2015 in brief

The focus of the **thirteens year** was on the development and implementation of research strategies for the selected priority issues including the fate and occurrence of contaminants and pathogens, the review and expansion of the joint research agenda, and the exchange of information and discussion of emerging issues regarding present and future developments within the urban water cycle. Additionally, Fact Sheets and “News Flashes” were released and distributed widely by **WRA, WSAA, WERF and WRF** on the **potential risks of Ebola in the Water Sector**.

The main activities completed during the period are summarised below.

**Research workshops** on Waterborne Pathogens entitled "**Alternative technologies to improve microbiological control of drinking water**" took place during the IWA WWC in Lisbon in September 2014. This type of international presence and recognition is important in building up the credibility of the GWRC.

A **Research Directions Workshop** took place on the 6<sup>th</sup> of November 2014 in London involving members and their staff to review the GWRC research agenda and a resulting research workshop on "**the fate and occurrence of emerging contaminants and pathogens**" took place in Karlsruhe in June 2015.

The GWRC inventory of new **emerging parameters** identified possibilities for new joint activities and supported the exchange of information and the development of common views within the membership. Special topics of discussion in this period included the **Ebola outbreak** and the potential risks on the water sector. Other topics of interest included organic micro-pollutants in water and soil, hydraulic fracturing, antibiotic resistance and microplastics.

The report "**Compendium of Sensors and Monitors and their Use in the Global Water Industry**" – was finalised and released on a web-based platform and the **Science Brief on “Microplastics in Fresh Water Resources”** was finalised in this period.

The **exchanges of information** between members and partners has developed into a highly valuable part of the Board meetings. Board meetings, workshops and topic discussions were organised for the Board of Directors in Ottawa on the 12th & 13th of March 2015.

Topic discussions covered during the board meetings in this period included the role of "emerging contaminants and in particular of EDC's in the ecosystem with a Canadian Context and Case Study" and an overview of the "Canadian Municipal Research". The presentations by the hosting organisations and their stakeholders gave an additional dimension to the Board events. The association of the Ottawa meeting with the "Connecting Water Resources 2015" Conference was very useful.

In this period, David Halliwell from Water Research Australia (WRA) and Hervé Suty (VERI) left the Board to take on new responsibilities and Paul Pretto (new MD WRA) and Marie-Renée de Roubin (VERI) joined the Board.

In this period member visits and meetings with staff were organised with WRF, WERF, WSAA and WRA. The MD attended one meeting of the IWA Strategic Council in this period.



## GWRC Research Agenda 2014 – 2015

The joint research agenda of the GWRC addresses the urban water cycle and covers a number of research areas including Water Quality, Asset Management, Wastewater Treatment, Water Reuse, Energy, Climate Change and Resource Recovery. For each of these areas research strategies have been developed including a set of specific projects. For the projects, tailor-made teams of experts from GWRC members are formed and agreements are made on the joint funding and execution of the projects.

### New Research Areas

The joint research agenda was reviewed by the GWRC members at the Research Workshop in London in November 2014 and new areas were added to the agenda:

- Fate and Occurrence of Contaminants and Pathogens
- Resource Recovery
- Smart Water/Intelligent Water
- Energy Efficiency and recovery from water and wastewater/solids
- Risk Assessment

For each of the areas teams of experts of the collaborating members were formed to address knowledge gaps and research needs.

### Water Quality

Water Quality has been one of the main research areas from the start of the GWRC. This research area deals with topics such as algal toxins, endocrine disruptors (EDC), pharmaceuticals and personal care products (PPCP), water-borne pathogens (WBP) and emerging substances.

### Endocrine Disruptors

The occurrence of estrogenic endocrine disruptors in water is still of international concern because of potential adverse health effects on wildlife and humans. Bio-analytical methods have become increasingly popular and are seen as possible screening tools for measuring estrogenic activity in water because the chemical nature of endocrine activity in a sample may be unknown and/or difficult to quantify. This is particularly true for those less-studied endocrine endpoints, where the causative chemicals are often unknown.

Following the successful project *Tools to detect estrogenic activity in environmental waters* a second GWRC project was started in 2014 named the "EDC Toolbox 2" project which expanded on the previous project to develop and validate methods to measure estrogenic activity including estrogenicity bioassays for analysing androgen, thyroid, glucocorticoid and progestogen activity in different water matrices to include a range of substantially less well-studied endocrine endpoints. The final report is expected to be finalised in May 2016.

### Microplastics

The presence and effects of microplastics in the aquatic environment have raised considerable concerns over the past years. Governmental agencies, water managers, food safety authorities and plastic producers face uncertainties with respect to abundance and effects of microplastics in the environment, which hampers the development of sustainable solutions.

The media has circulated misinformation on the suspected occurrence of microplastic in drinking water which has spread fear and uncertainty amongst the public.

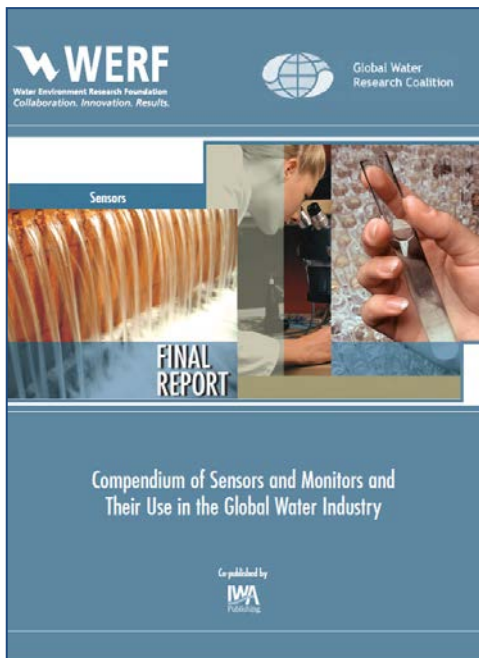
As follow-up action of the GWRC strategic London workshop on research priorities 11/2014 a workshop on fate and occurrence of emerging contaminants and pathogens was held at TZW 06/2015. With 20 votes from almost all GWRC member representatives "Microplastics" was the top priority. Following that, a GWRC Science Brief summarising the current state of knowledge on the subject of microplastics was compiled by the Technologiezentrum Wasser (TZW).



*Microplastic Science Brief  
(available on the GWRC website and upon request)*

## Sensors

The scope of the project **Guidance on Sensors in the Global Water Industry** was to develop a **compendium of case studies** of real-world experiences of the water industry with the use of available online sensors in the urban water cycle including the catchment areas and receiving waters. The Compendium provides the information to help in the process of selecting and implementing the sensor or monitor that best suits one's application. The Compendium was finalised and published as a combined **WERF/GWRC report** in the second half of 2014 and was made available online. The principal investigator, Dr. Joep van den Broeke, also presented at the joint WERF-Web Seminar in September 2014.



*Final report (available on the GWRC website and upon request)*

## Emerging Substances

An important activity of the GWRC is the regular survey of emerging substances related to water quality. To keep the membership informed review papers are produced on priority topics of common interest. Examples are Hardness and Cardiovascular Diseases, THM and still birth, Copper and Alzheimer, and potential risks of Ebola in the Water Sector. The Ebola outbreak has prompted concern about risks to wastewater treatment plant operators, sewer workers, and downstream communities who could be exposed to new, dangerous pathogens.

Another topic of discussion worldwide was in regards to Neonicotinoid insecticides because of their harmful impact on honeybees and consequently may induce great impact on agriculture. Neonicotinoid insecticides (i.e. clothianidin, imidacloprid and thiametoxam) are used for seed treatment, soil application (granules) and foliar treatment on plants and cereals. The question arises if these chemicals can have – via run-off – also negative impact on the aquatic environment and water resources.

Some members are looking at trace contaminants in sewage effluents and more specifically on contaminants that are the subject of current and proposed legislation - metals, industrial chemicals, pharmaceutical EDCs, etc., for which pollution control measures might have to be developed.

In terms of drinking water quality and the impact of emerging chemicals on the ecosystem and human health, members are undertaking several projects, one that is looking at using in situ tools to analyse emerging compounds and applying risk assessment techniques and generic prioritisation, one on “broad screening” to develop descriptive/predictive models to detect certain chemicals and screening peaks to look at presence of chemicals.

Other special topics on the radar screen include Chromium VI, Brominated flame retardants (BFRs), a range of organic micro-pollutants (i.e. carcinogenic volatile organic compounds, neonicotinoids, biosolids), antibiotic resistance, and micro plastics as well as the possible impact of hydraulic fracturing on water quality.

## Workshops

Three workshops were organised during the period 2014/2015.

The first workshop took place at the IWA World Water Congress in Lisbon on **"Waterborne Pathogens"** and was open to the public, the second workshop was to develop the next 5 year research directions agenda of the GWRC membership and was entitled **"Research Directions Workshop"** and took place in London and as an outcome of this workshop a topic specific workshop was organised on the **"Fate and Occurrence of Emerging Contaminants and Pathogens"** by TZW and KWR in Karlsruhe in June 2015.

## Waterborne Pathogens

One of the key parameters regarding the reliability of drinking water, recreation water, wastewater effluent and reclaimed water is the biological quality. Despite the importance for water quality, the majority of the biological methods that are routinely used have a long response time and are quite labour-intensive.

To support these activities and exchange of information within the GWRC framework a GWRC workshop on Waterborne Pathogens entitled "**Alternative technologies to improve microbiological control of drinking water**" took place at the IWA World Water Congress in Lisbon on the 24<sup>th</sup> of September 2014.

The aim of the workshop was to promote progress and current challenges in the area of quantitative assessment of microbial agents in water by alternative tools by giving an overview of the technologies of interest and of the water industry needs, as well as presenting some examples of recent advances in standardizing molecular technologies.

The outcomes of the meeting were that more work was required to standardise the methods currently available and to combine them. Additionally it was felt that more efforts were needed from the regulatory side to make changes to the guidelines and move away from the culture technique to the more advanced qPCR/flow cytometry or other combined methods for detection of waterborne pathogens in drinking water.

The members also regularly review and update the WBP Map of Knowledge which gives an overview of the priority pathogens and the availability or absence of information on occurrence, impact, monitoring and water treatment.

## Research Directions Workshop

The GWRC is dedicated to promoting international cooperation and collaboration in water-related research of common interest that complement respective research programmes.

It is of paramount importance to review research priorities and emerging issues frequently to be ahead in terms of knowledge and to identify research topics of common interest and priority with clear commitment from member organisations.

A "Research Directions" workshop was held in London in November 2014, to identify research topics of common priorities that could be developed into collaborative projects with common goals.



*Research Directions Workshop (London) Group Session*

The overall objective of the workshop was achieved, and a list of priority topics identified. The three highest priority areas were on:

- Fate and Occurrence of Contaminants and Pathogens;
- Smart Water/intelligent water system;
- Resource Recovery (water & wastewater).

For each of the areas, teams of experts of the collaborating members were formed to address knowledge gaps and research needs.

As a result, one of the resulting action was to organise a workshop on the "Fate and Occurrence of Emerging Contaminants and Pathogens" which took place in 2015 in Karlsruhe (see below) and an inventory of "resource recovery" projects and techniques to recover energy, nutrients, iron sludge, biosolids and high value carbon. The inventory is scheduled to be available at the end of 2015.

## Fate & Occurrence of Emerging Contaminants

The GWRC member organisations identified a need to organise a research workshop on emerging contaminants and pathogens as a top priority to further develop into a collaborative research program. As a follow up action, TZW and KWR have organised a workshop for GWRC member staff, that was hosted at TZW in Karlsruhe on the 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> of June 2015. This workshop addressed both microbial and chemical issues.



*Participants at the "Emerging Contaminants and Pathogens" Workshop (Karlsruhe)*

The main outcome of the workshop was an explorative review of opportunities for collaborative projects in addition to the ongoing projects within the GWRC framework. Emerging collaborative opportunities were elaborated into proposals to undertake further specific workshops such as on "Antibiotic Resistance" and "Microplastics" (scheduled to take place in 2016) or projects on chemical and microbial risk assessment and prioritisation. Additionally, information exchange between GWRC member staff was viewed as an important objective of the workshop. A summary report is available on the GWRC website or upon request.

## Communication

One of the key assets of the Global Water Research Coalition is the rapid and intense exchange of information, knowledge and know-how within the membership including GWRC members sharing information with their stakeholders and vice versa.

The meetings of the Board of Directors play a vital role to keep the research agenda up-to-date and to set the course for the joint activities and projects. The research strategy workshops are a unique platform for the members staff to discuss their ongoing programs and to design research projects to address remaining knowledge gaps and research needs of agreed highest priority. Board workshop topics covered in this period included the role of "emerging contaminants and in particular of EDC's in the ecosystem with a Canadian Context and Case Study" and an overview of the "Canadian Municipal Research".

Additionally, Board of Directors members were invited to present at the “Connecting Water Resources 2015 – From Knowledge to Action (CWR 2015) Conference which was organised by CWN following the Board meeting.



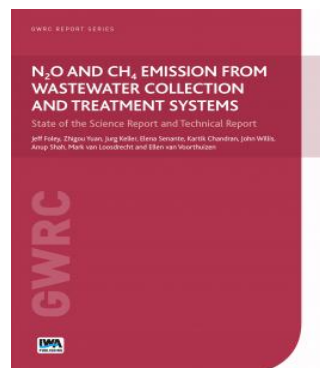
A site visit was organised by CWN as part of the Board of Directors meeting in Ottawa (March 2015) to the Lemieux Island Water Purification Plant which provides drinking water to residential and industrial customers. Using the Ottawa River as a source, drinking water is treated at two purification plants and subsequently distributed through a number of pumping stations, reservoirs, and elevated tanks.

In this period member *visits and meetings* with staff were organised with the members WRF, WERF, WSAA and WRA.

A number of GWRC reports are also released as a joint edition with IWA Publishing as part the GWRC Reports Series and in this way made available to the global water community at large.

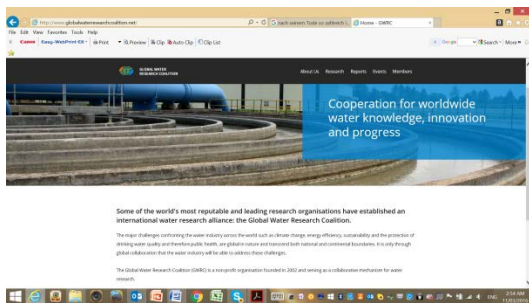


The latest IWA/GWRC report on "N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> Emission from Wastewater Collection and Treatment" (State of the Science and Technical Report) was released in 2015. Authors: J. Foley, Z. Yuan, E. Senante, K.Chandran, J. Willis, M.v.Loosdrecht, E.v. Voorthuizen.



## Website

A new GWRC website was launched in 2015 under the same address as before:  
[www.globalwaterresearchcoalition.net](http://www.globalwaterresearchcoalition.net)



Core features of the new website includes: a keyword search engine, secure access with personalised passwords, online form and survey creation, meeting and workshop event management.

## GWRC Board of Directors

The GWRC Board of Directors is made up of the representatives of the GWRC members. Rob Renner is the chair and Josef Klingner the vice chair of the Board.

**Board meetings, workshops, side visits and topic discussions** were organised in Ottawa (March 2015). The presentations by the hosting organisations and their stakeholders of the different research organisations in Canada and by staff of the water supply and wastewater utility in the Ottawa area gave an additional dimension to the Board event. The connection of the Ottawa meeting with the CWN Conference on "Connecting Water Resources 2015" was very interesting and productive.



Board of Directors Meeting in Ottawa (March 2015) hosted by CWN



Signing of the GWRC "Agreement of Cooperation"

**Members of the Board are (2014-2015):**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Bernadette Conant        | Executive Director, Canadian Water Network                       |
| Theo van den Hoven       | Director Research, KWR   |
| Harry Seah               | Director Technology & Water Quality, PUB                         |
| Joost Buntsma            | Executive Director, STOWA  |
| Philippe Gislette        | Scientific, Technical and Innovation Director, SUEZ              |
| Josef Klingner           | CEO, Technologiezentrum Wasser (TZW) (vice chair)                |
| Hans Jensen              | Executive Director, UK Water Industry Research                   |
| Marie-Renée de Roubin    | Direction of strategic partnerships, Veolia Environnement – VERI |
| Amit Pramamik            | Director of Research, Water Environment Research Foundation      |
| Dhesigen Naidoo          | CEO, Water Research Commission                                   |
| David Halliwell          | CEO, Water Research Australia Limited                            |
| Rob Renner               | Executive Director, Water Research Foundation (chair)            |
| Adam Lovell              | Executive Director, Water Services Association Australia         |
| Stéphanie Rinck-Pfeiffer | Managing Director, GWRC (secretary/treasurer)                    |

Suzanne van Drunick (National Program Director Safe and Sustainable Water Resources, US EPA) and Keith Robertson (Director Operations and Congress, IWA) have an ex-officio position on the Board.

## GWRC Reports

Reports of the joint GWRC research activities (2002 – 2015) are presented below.

| <b>Endocrine Disrupting Compounds (EDC)</b>  |                       |
|--|-----------------------|
| Occurrence of EDC in water systems   | September 2003        |
| Overview of EDC sources and biological methods   | September 2003        |
| Priority list of EDC   | September 2003        |
| EDC Knowledge gaps and research needs  | September 2003        |
| Workshop EDC Analytical Methods (Karlsruhe)  | July 2003             |
| EDC in sewage sludge: analytical method development  | August 2003           |
| EDC in sewage sludge: a comparison of analytical method  | February 2004         |
| Comparison of analytical chemical methods for EDC in water and sludge  | May 2006              |
| In Vitro Bioassays to Detect Estrogenic Activity in Environmental Waters                                     | May 2006              |
| Tools to detect estrogenic activity in environmental waters  | February 2008         |
| Bio-analytical Tools to analyse Hormonal Activity in Environmental Waters                                    | June 2012             |
| Bioanalytical tools to analyse hormonal activity in environmental waters (WP1 & WP2 Interim reports)         | July & September 2015 |
| <b>Pharmaceuticals</b>   |                       |
| Pharmaceutical and Personal Care Products in the Water Cycle – An international review                       | March 2004            |
| Pharmaceutical and Personal Care Products in the Water Cycle – Report of the GWRC Research Strategy Workshop | March 2004            |
| International Priority List of PhAC relevant for the Water Cycle   | April 2008            |
| GWRC Science Brief – Occurrence and Potential for Human Health Impact of Pharmaceuticals in the Water System | June 2009             |
| <b>Nitrosamines</b>  |                       |
| Analysis, Toxicity, Occurrence, Fate and Removal of Nitrosamines in the Water Cycle                          | February 2007         |
| <b>Microplastics</b>   |                       |
| GWRC Science Brief on Microplastics in Freshwater Resources  | September 2015        |
| <b>Nanomaterials</b>   |                       |
| Inventory of Analytical Methods for Nanomaterials in Water   | January 2013          |
| Evaluation of Analytical Methods for Nanomaterials in Water  | September 2013        |
| <b>Hardness and Cardiovascular Disease</b>   |                       |
| Evaluation of the Epidemiological Evidence   | June 2006             |
| Hardness: Reasons and Criteria for Softening and Conditioning of Drinking Water                              | April 2007            |
| <b>Algal Toxins</b>  |                       |
| Management Strategies for Algal Toxins – An International Review   | May 2004              |
| Management Strategies for Algal Toxins – Report of the GWRC Research Strategy Workshop                       | December 2005         |

|   |              |
|---|--------------|
| International Guidance Manual for the Management of Toxic Cyanobacteria                                 | March 2010   |
| <b>Asset Management</b>   |              |
| GWRC Research Strategy on Asset Management – A Scoping Study  | April 2005   |
| Asset Management – Report of the GWRC Research Strategy Workshop  | October 2005 |
| Tool for Risk Management of Water Utility Assets  | May 2008     |
| Methodology for Benefit and Cost Valuation in Asset Management  | April 2009   |
| Compendium of Best Practice in Water Infrastructure Asset Management                                    | January 2010 |
| Key Asset Data for Water and Wastewater Utilities   | June 2012    |
| <b>MBR</b>  |              |
| Membrane Bioreactors for Municipal Wastewater Treatment – State of the Science Report                   | October 2005 |
| Membrane Bioreactors for Municipal Wastewater Treatment - Report of the GWRC Research Strategy Workshop | October 2005 |
| Investigation of MBR Water Effluent Quality and Technology  | May 2012     |
| <b>Water Reuse</b>  |              |
| Status and Role of Water Reuse – an International View  | August 2005  |
| Water Reuse – Report of the GWRC Research Strategy Workshop   | August 2005  |
| Water Reuse – Identifying Future Challenges and Opportunities   | April 2012   |
| <b>Sensors and Online Monitoring</b>  |              |
| Real-time online Monitoring of Contaminants in Water  | May 2008     |
| Compendium of Sensors and Monitors and their Use in the Global Water Industry                           | June 2014    |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Desalination</b>  |                |
| Desalination – Brine and Residual Management   | April 2012     |
| <b>Wastewater</b>  |                |
| Energy and Resource Recovery from Sludge   | November 2007  |
| Wastewater Treatment 2030 – Improvement Energy Efficiency in Municipal Wastewater Treatment                            | May 2011       |
| <b>Waterborne Pathogens</b>  |                |
| A review on Current Knowledge on Waterborne Pathogens (2 <sup>nd</sup> edition)  | November 2009  |
| Waterborne Pathogens – Report of the GWRC Research Strategy Workshop   | June 2006      |
| Fate and Occurrence of Emerging Contaminants and Pathogens - Workshop Report   | July 2015      |
| <b>Energy and Climate Change</b>   |                |
| Water and Energy – Report of the Research Strategy Workshop  | February 2009  |
| Energy Efficiency in the Water Industry – Compendium of Best Practice and Case Studies                                 | March 2011     |
| Toolbox for Water Utilities Energy and GHG Emission Management   | March 2013     |
| Water Footprint in the Urban Water Sector (4 volumes)  | October 2011   |
| N <sub>2</sub> O and CH <sub>4</sub> emissions from Wastewater Collection and Treatment Systems – State of the Science | November 2011  |
| N <sub>2</sub> O and CH <sub>4</sub> emissions from Wastewater Collection and Treatment Systems – Technical Report     | November 2011  |
| GWRC Science Brief on N <sub>2</sub> O and CH <sub>4</sub> emissions from WWT systems                                  | August 2013    |
| <b>Resource Recovery</b>   |                |
| Inventory "Resource Recovery Projects" (summary of member activities)  | September 2015 |

## GWRC Members

### **Canadian Water Network (Canada)**

The Canadian Water Network (CWN) is a national nonprofit organization that is driving Canada's progress on water challenges. CWN connects researchers with water managers from both industry and government, to collectively identify and address shared needs. Areas of focus include protecting public health, ensuring sustainable water infrastructure, and protecting Canada's watersheds and ecosystems. CWN's consortium approach to research encourages collaboration across disciplines and ensures that the right combinations of knowledge yield tangible results. The network's expertise is increasingly sought to inform water policy as well as improve water management and stewardship across municipal and provincial boundaries. CWN initiatives currently engage more than 37 Canadian universities and connect them with more than 100 partners from industry, government and non-governmental organizations. [www.cwn-rca.ca](http://www.cwn-rca.ca)

### **KWR – Watercycle Research Institute (Netherlands)**

KWR is an independent water research institute covering the whole of the water cycle. It was formed in 2008 by expansion from Kiwa Water Research which had specialised in the field of drinking water. Building on a solid foundation from over 60 years of research and development for the Dutch drinking water sector companies, KWR is now applying this knowledge base and research capability more broadly to serve all partners in the watercycle. KWR's worldwide activities and high-quality research are aimed at scientific knowledge that is practically applicable, to allow the building of bridges between science, business and society.

[www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)

### **PUB (Singapore)**

PUB is the national water agency and it manages Singapore's water supply, water catchment and sewerage in an integrated way. PUB is responsible for managing the whole water cycle, from sourcing to the collection, purification and supply of drinking water, to the treatment of used water and its reclamation into NEWater, as well as the drainage of stormwater. Leveraging on technology, PUB has put in place a reliable water supply system known as the Four National Taps. Water reclamation (or NEWater) and desalination make up two of the four water sources, besides water from local catchments and imported water. To ensure the sustainability of Singapore's water supply, PUB continuously invests in R & D to find new sources of water and to produce and treat water cost-efficiently.

[www.pub.gov.sg](http://www.pub.gov.sg)

### **SUEZ Environnement - CIRSEE (France)**

The International Research Center On Water and Environment (C.I.R.S.E.E.) is the principal SUEZ Environmental research center in the field of water. The multidisciplinary research program focuses on new water treatment processes, understanding factors affecting water quality, and improving real-time system management. CIRSEE also provides analytical services and consultancy, emergency assistance for dealing with pollution events, and technical advice on water and wastewater treatment. Both research and consultancy activities have a strong international involvement.

[www.suez-environnement.com](http://www.suez-environnement.com) and [www.cirseec.com](http://www.cirseec.com)

### **STOWA (Netherlands)**

The STOWA (Foundation for Applied Water Management Research) was founded in 1971. The foundation coordinates and commissions research on behalf of a large number of local water administrations in the Netherlands. The bodies which contribute to the STOWA include water boards, provinces and the Ministry of Transport, Public Works and Water Management. Central coordination and planning of research through STOWA has permitted more cost-effective and strategic long term research planning, and enhanced involvement and communication between water managers from different agencies.

[www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

### **TZW – The German Water Centre (Germany)**

TZW (DVGW Technologiezentrum Wasser) is the centre of applied research of the German Waterworks Association (DVGW). TZW is a non-profit organization and provides scientific consulting to waterworks and to governmental bodies and offices. The mission of TZW is transferring scientific knowledge to the water industry. TZW fulfils this mission by carrying out applied research for the drinking water community and by direct cooperation with the waterworks. TZW provides not only research but practical experience and know-how for the solution of water problems.

[www.tzw.de](http://www.tzw.de)

### **UK Water Industry Research (UK)**

UKWIR facilitates and manages collaborative research for water and sewage companies in the United Kingdom. Its research programme aims to generate sound science as the basis for sound regulation and sound practice. UKWIR was set up by the UK water industry in 1993 to provide a framework for the procurement of a common research programme for UK water operators on 'one voice' issues. The research contracted by UKWIR is often carried out in collaboration with government departments and regulators, and covers all aspects of the water cycle, and a range of related environmental and regulatory issues.

[www.ukwir.org](http://www.ukwir.org)

### **Veolia Environnement - VERI (France)**

Veolia Environnement Research and Innovation (VERI) is the research department of Veolia, a worldwide service company operating in 74 countries. The water activities comprises the operation of urban and industrial water and wastewater plants but also the supply of engineering and technological solutions. VERI portfolio of water related projects is based on an international network and numerous collaborations and includes resource management tools, water treatment technologies, drinking water quality in distribution network and asset management, waste water collection networks management, emerging parameter management to take care of environmental and health risks, global environmental approaches, and sustainable urban development.

[www.veoliaenvironnement.com](http://www.veoliaenvironnement.com)

### **Water Environment Research Foundation (US)**

The Water Environment Research Foundation is a not-for-profit organization that seeks to promote the development and application of sound science to water quality issues. WERF subscribers include municipal and regional water and wastewater utilities, industrial corporations, environmental engineering firms, and others that share a commitment to cost-effective water quality solutions that protect the environment and improve the quality of life for all. Established in 1989, WERF is now the largest organization in the United States providing wastewater and water quality research.

[www.werf.org](http://www.werf.org)

### **Water Research Australia Limited (Australia)**

Water Research Australia Limited (WaterRA) is a not for profit organisation focusing on initiating, facilitating and managing collaborative research of national application in the priority areas of water quality for the Australian water industry and the community. WaterRA (formerly WQRA) marks the successful transition from the federally funded CRC Water Quality and Treatment, to a company that is owned and funded by its members who include the Australian water utilities, research organisations, government departments and private companies. WaterRA brings together key water research groups and industry members across Australia to conduct targeted, priority research. These relationships place WaterRA in a unique position to draw on the expertise and experience of its membership community to rapidly address current and emerging issues in water.

[www.waterra.com.au](http://www.waterra.com.au)

### **Water Research Commission (South Africa)**

The Water Research Commission aims to contribute effectively to the best possible quality of life for the people of South Africa, by promoting water research and the application of research findings. This is accomplished by promoting coordination, communication and cooperation in the field of water research; establishing water research needs and priorities; funding research on a priority basis; and promoting the effective transfer of information and technology. Since its formation in 1971, WRC has been successful in promoting a significant expansion and upgrading of expertise in the South African water industry.

[www.wrc.org.za](http://www.wrc.org.za)

### **Water Research Foundation (US)**

Water Research Foundation is an international, non-profit organisation that is supported by more than 900 subscribers which serve over 200 million consumers. The research effort enables water utilities, public health agencies and other professionals to provide safe and affordable drinking water to the public. Its mission of "advancing the science of water" is achieved by sponsoring research, developing knowledge, and promoting collaboration.

[www.waterresearchfoundation.org](http://www.waterresearchfoundation.org)

### **Water Services Association of Australia**

Established in 1995, WSAA is an industry association for Australia's major urban water businesses which collectively supply water services to 70% of Australia's population. WSAA's primary goals are to facilitate cooperation to improve the water industry's productivity and performance, and to ensure that the regulatory environment adequately serves the interest of the community. Major areas of activity include identification of priority issues for the water industry, appropriate research and policy response, strategic contribution to industry regulation, and development of industry codes.

[www.wsaa.asn.au](http://www.wsaa.asn.au)

## **GWRC Partners**

### **U.S. Environmental Protection Agency**

The mission of the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) is to protect human health and to safeguard the natural environment. Within US EPA, the Office of Research and Development (ORD) provides leadership in science and engineering, conducting research on ways to prevent pollution, protect human health, and reduce risk. Water-related research is among the highest priority research programs within ORD.

[www.epa.gov](http://www.epa.gov)

### **International Water Association (UK)**

The International Water Association (IWA) is a global reference point for water professionals, spanning the continuum between research and practice and covering all facets of the water cycle. Through its network of members and experts in research, practice, regulation, industry, consulting and manufacturing, IWA is in a better position than any other organisation to help water professionals create innovative, pragmatic and sustainable solutions to challenging global needs. The IWA network is structured to promote multi-level collaboration among its diverse membership groups, and to share the benefit of knowledge on water science and management worldwide.

[www.iwahq.org](http://www.iwahq.org)



Global Water Research Coalition  
PO Box 1008  
Stirling SA 5152  
Australia

[www.globalwaterresearchcoalition.net](http://www.globalwaterresearchcoalition.net)