

DVGW-TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER

Jahresbericht 2012

TZW
Technologiezentrum
Wasser



Karlsruhe, 20.03.2013

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe
www.TZW.de

Inhalt

1. Tätigkeiten des TZW - Zusammenfassung	5
2. Arbeitsschwerpunkte der Abteilungen	10
2.1. Analytik und Stoffbewertung	10
2.2. Technologie und Wirtschaftlichkeit	11
2.3. Grundwasser und Boden	13
2.4. Mikrobiologie.....	15
2.5. Umweltbiotechnologie und Altlasten	16
2.6. Verteilungsnetze	17
2.7. Korrosion	18
2.8. Prüfstelle Wasser.....	19
3. Innovationspreis	21
4. Wissenstransfer zu Versorgungsunternehmen	22
5. TZW-interne Forschungsseminare	24
6. Internationale Kontakte	25
6.1. Zielstellung.....	25
6.2. Kontakte innerhalb laufender Projekte	25
6.3. Kontakte außerhalb laufender Projekte	26
7. Kurzfassungen von ausgewählten F&E-Vorhaben mit Projektende 2012..	28
7.1. Vermeidung organoleptischer Beeinträchtigungen des Trinkwassers durch aminosäurebürtigen DOC.....	28
7.2. Enterokokkenbelastungen im Trinkwasser - Ursachenanalyse.....	30
7.3. Wärmeträgerfluide in der Geothermie: Exemplarische Gefährdungsabschätzung anhand von Strukturaufklärung, Abbaubarkeit und Toxizität	31
7.4. Entwicklung eines elektrochemisch-mikrobiologischen Verfahrens zur Eliminierung von Arzneimittelrückständen bei der Abwasser- behandlung.....	32
7.5. Entwicklung einer neuen Strategie zur Emissions- und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz	32
7.6. Bedeutung von Bioziden für die Trinkwasserversorgung.....	33

8. Kurzfassungen von ausgewählten internen F&E-Projekten.....	36
8.1. Veranlassung.....	36
8.2. Entwicklung einer Multi-Methode zur Bestimmung von organischen Spurenstoffen aus Abwasser und Oberflächenwasser	36
8.3. Optimierung der Detektion von nanoskaligen Partikeln mittels laserinduzierter Break-down-Detektion (LIBD).....	37
8.4. Entwicklung und Optimierung einer HPLC/MS-Methode zur Detektion und Quantifizierung von Fullerenen	37
8.5. Ozonung von PSM-Metaboliten am Beispiel von Desphenyl- chloridazon	37
8.6. Versuche zur Anreicherung von mikrobiologischen Verunreinigungen in Realwässern über cross-flow-Ultrafiltration.....	38
8.7. Identifizierung von Bakterien durch PCR und Sequenzierung	38
8.8. Untersuchungen zur Prüfung von UV-Sensoren zur Überwachung von UV-Desinfektionsanlagen.....	39
Anlage: Publikationen.....	41

1. Tätigkeiten des TZW - Zusammenfassung

Das Technologiezentrum Wasser (TZW) ist eine organisatorisch und haushaltsmäßig verselbstständigte, gemeinnützige Einrichtung des DVGW und verfügt über Standorte in Karlsruhe, Dresden und Hamburg. Das TZW bildet unter dem Dach des DVGW die größte tragende Säule. Das TZW bearbeitet auf einer wissenschaftlich-technischen Basis und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse praktische Lösungsvorschläge für konkret anstehende Fragestellungen für Wasserwerke und Kommunen und begleitet aktiv die Umsetzung des DVGW-Regelwerkes. Dazu richtet das TZW seine angewandte Forschung auf die Bereiche Analytik und Wasserbeschaffenheit, Technologie und Wirtschaftlichkeit, Korrosion, Mikrobiologie, Ressourcenschutz, Verteilung sowie Umweltbiotechnologie aus.

Im Berichtszeitraum wiesen die wissenschaftlich-technischen Untersuchungen bzw. Kooperationen des TZW verschiedene Schwerpunkte auf, die im Folgenden im Überblick und in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich dargestellt werden.

In der Abteilung **Analytik und Stoffbewertung** lag der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten auf der Entwicklung von selektiven und sensitiven Analysemethoden sowie auf praxisnahen Studien zu Vorkommen, Verhalten und Verbleib von organischen Spurenstoffen im Wasserkreislauf. Insgesamt 12 Forschungsvorhaben mit unterschiedlichen Fragestellungen zu Bestimmung, Entfernung und Bewertung von organischen Spurenstoffen bei der Wasseraufbereitung, zu Bildung, Verhalten und Verbleib von mikrobiellen und abiotischen Transformationsprodukten bei natürlichen (Uferfiltration, Bodenpassage) und technischen Verfahren (Ozonung, AOP) wurden durchgeführt. Abgeschlossen wurden die Projekte zur Entwicklung eines fluorspezifischen Parameters (AOF) zur Identifizierung rohwasserseitiger Belastungsschwerpunkte und eine Studie zur Bedeutung von Chromat für die Trinkwasserversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Neue Projekte befassen sich mit der Online-Analytik von relevanten Wasserqualitätsparametern und Spurenstoffen sowie mit der Detektion und Untersuchung von anorganischen und organischen Nanopartikeln im Wasserkreislauf.

In der Abteilung **Technologie und Wirtschaftlichkeit** nahmen Membranverfahren bei der technischen Umsetzung der Anfragen der Versorgungsunternehmen einen wachsenden Stellenwert ein. Im Berichtszeitraum wurden im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen mehrere Pilotierungen für die Großtechnik, beispielsweise zur Huminstoffentfernung mittels Ultrafiltrationsanlagen in Kombination mit Flockungsmitteln oder zur Enthärtung bzw. Entsalzung durch Nanofiltration und Umkehrosmose, durchgeführt. Auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung wurden im Berichtszeitraum neun Projekte bearbeitet. Im Focus standen der Schutz der Trinkwasserversorgung vor Anschlägen, die Erarbeitung von Testmethoden für Kornaktivkohlen sowie Zuarbeiten für die Erstellung der DVGW-Arbeitsblätter zur Entsäuerung oder Rückstandsbehandlung. Darüber hinaus befassten sich die Forschungsarbeiten mit

einem innovativen, elektrokatalytischen Oxidationsverfahren auf Basis von Nano-Polyanilin-Elektroden sowie mit der Elektrodialyse zur selektiven Spurenstoffentfernung.

In der Abteilung **Grundwasser und Boden** war das systematische, prozessbasierte Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung („Water Safety Plans“, WSP) Gegenstand vieler Projekte. Für mehrere Wasserversorgungsunternehmen wurden gemeinsam mit dem jeweiligen Wasserversorger Risikomanagementsysteme gemäß DVGW-Hinweis W 1001 erarbeitet und umgesetzt. Beispielhaft wurden Ergebnisse den Vertretern mehrerer Umweltbehörden vorgestellt und in einem Workshop gemeinsam Maßnahmen zu ausgewählten Handlungsfeldern im Wasserschutzgebiet erarbeitet. In der Abteilung befanden sich im Berichtszeitraum vier Forschungs- und Entwicklungsprojekte in Bearbeitung. Inhaltlich fokussierten diese Projekte das Spannungsfeld zwischen Anbau von Energiepflanzen für die Biogasproduktion und dem Schutz der Rohwasserressourcen für Wasserwerke, der Verwendbarkeit von kommunalen und industriellen Rest- und Abfallstoffen als Substrate für die Biogasgewinnung, sowie Konsequenzen eines nachlassenden Nitratabbauvermögens des Grundwasserleiters. In einem weiteren Projekt wurde gemeinsam mit Partnern aus Wasserversorgung und Wasserforschung ein neues Bewertungssystem zur Gefährdungsanalyse in Einzugsgebieten entworfen.

Die Abteilung **Mikrobiologie** erschloss im Jahr 2012 einen neuen Arbeitsbereich. Hierbei steht die hygienische Bewertung von Nicht-Trinkwasser im Mittelpunkt. Beispielsweise sind darunter die Themen Beregnungswasser und Brauchwassernutzung zu verstehen. Die bereits im Vorjahr verstärkt bearbeiteten mikrobiologischen Probleme der Trinkwasser-Installation stellten im Berichtszeitraum wiederum einen Schwerpunkt der Arbeiten dar. Kontaminationen durch die hygienisch-relevanten Bakterien Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* sowie Koloniezahlerhöhungen konnten in Zusammenarbeit mit den Betreibern der Trinkwasser-Installationen behoben werden. Das DVGW-Forschungsvorhaben W3/02/09 zur Festlegung mikrobiologischer Anforderungen an Schmierstoffe wurde erfolgreich abgeschlossen und die im Vorhaben erarbeitete Vorgehensweise in ein DVGW-Arbeitsblatt als Prüfvorschrift eingearbeitet. In einem weiteren Forschungsprojekt befasste sich die Abteilung Mikrobiologie mit der Entwicklung quantitativer molekularbiologischer Nachweisverfahren auf der Basis von FISH.

Die Schwerpunkte der Abteilung **Umweltbiotechnologie und Altlasten** lagen in 2012 auf den Gebieten Molekularbiologische Methoden zum Nachweis von Viren, Bakterien und Resistenzgenen, der Bewertung von Wärmeträgerfluiden in der Geothermie, biologische Verfahren in der Sicherheitsforschung, der Ökotoxizität von heterozyklischen Kohlenwasserstoffen und kurzkettigen Alkylphenolen, dem mikrobiologischen Abbau von halogenierten Schadstoffen (z. B. Chlorethene) und dem natürlichen Abbau von Kohlenwasserstoffen unter instationären Bedingungen. Beispielsweise wurden durch die Abteilung Methoden zur Anreicherung und zum Nachweis von z.B. humanpathogenen Viren weiterentwickelt. Die neuen Methoden wer-

den u.a. zur Identifikation fäkaler Eintragsquellen (Microbial Source Tracking) genutzt. Die aktuellen Arbeiten zielen auch auf die Unterscheidung von lebenden/toten Bakterien im PCR-Verfahren. Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes sind neben dem Potential der Erdwärmenutzung auch die möglichen Risiken zu bewerten. Insbesondere war noch wenig über die möglichen Einflüsse der eingesetzten Wärmeträgerfluide auf das Grundwasser bekannt. Es erfolgte daher eine Gefährdungsabschätzung von neun Wärmeträgerfluiden und einem Korrosionsschutzmittel. Im Ergebnis wurde gezeigt, dass eine mögliche Grundwasser-Gefährdung von dem hohen Organik-Gehalt (Sauerstoffzehrung) und persistenten Einzelstoffen wie z.B. den Triazolen ausgehen kann.

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der **Verteilungsnetze** waren Untersuchungen zu den in Trinkwassernetzen eingesetzten Spülverfahren. Hierzu wurden im Jahr 2012 Vergleichsuntersuchungen an dem in der TZW Außenstelle Dresden vorhandenen Modellnetz durchgeführt. Im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen wurden wie in den Jahren zuvor zustandsorientierte Spülpläne erarbeitet und Vorhaben zur Umstellung auf einen desinfektionsmittelfreien Netzbetrieb begleitet. Im Bereich Forschung wurden sechs Forschungsvorhaben zur Thematik Verteilungsnetze bearbeitet. Beispielsweise wird in einem DVGW-Forschungsprojekt ein Verfahren entwickelt, mit dem die Wirkung von Korrosionsinhibitoren direkt im Netz beurteilt werden kann. Ein Verbundprojekt befasst sich mit der Beeinflussung der Bildung von Ablagerungen in Trinkwasserleitungen durch strukturierte Oberflächen. Damit Wasserversorgungsunternehmen den Verschmutzungsgrad von Trinkwasserleitungen im Rahmen von Spülungen erfassen können, wird in einem weiteren Forschungsprojekt zusammen mit einem Partner aus der Wirtschaft ein Spülstand entwickelt. Im Rahmen eines deutsch-französischen Verbundprojektes werden Ansätze und Werkzeuge zur Gewährleistung der Sicherheit in Wasserverteilungsnetzen überprüft und weiterentwickelt. Neu begonnen wurde mit einem DVGW-Forschungsvorhaben zur Aktualisierung der Verbrauchsganglinien und der Entwicklung eines Modells zur Simulation des Wasserbedarfs.

Die Abteilung **Korrosion** konzentrierte sich im Berichtszeitraum auf die technisch-wissenschaftliche Kooperation mit Wasserversorgern. Hierbei erstreckten sich die Fragestellungen von Beurteilungen zur Werkstoffauswahl für bestimmte Versorgungsgebiete unter Berücksichtigung der vorherrschenden Wasserqualitäten, über die Begutachtung von Schadensfällen in der Trinkwasserversorgung wie Behältern oder Rohrleitungen bis hin zur Ursachenfindung bei auftretenden Rostwasserproblemen. Im Zusammenhang von Korrosionsschäden wurde eine Vielzahl von Trinkwasser-Installationen in größeren Objekten wie Krankenhäusern, Altersheimen oder großen Wohn- und Geschäftskomplexen begutachtet sowie problemspezifische Handlungsempfehlungen abgeleitet. Neben Trinkwasser-Installationen waren Mitarbeiter der Abteilung zunehmend auch im Bereich des Gebäudemanagements bei Problemen mit anderen nicht-Trinkwasserführenden Systemen in Großgebäuden wie beispielsweise Museen oder im produzierenden Gewerbe tätig. Im Bereich Forschung wurden drei Projekte unter Förderung von BMBF, DVGW, Plastics Europe sowie der

Water Research Foundation (USA) bearbeitet. Beispielsweise wurden in Zusammenarbeit mit der Abteilung Analytik und Stoffbewertung Analysenmethoden für kunststoffspezifische Einzelsubstanzen entwickelt und Vorgehensweisen bei der experimentellen Bestimmung von Migrationsparametern an Spezialproben bestehend aus unterschiedlichen Kunststoffmaterialien entwickelt. Die gewonnenen Daten werden zur Weiterentwicklung eines softwarebasierten Migrationsmodells herangezogen.

An der **Prüfstelle Wasser** wurden wie bereits in den Jahren zuvor Hygiene- und Produktprüfungen für Materialien und Produkte im Kontakt mit Trinkwasser seitens der Industrie auf hohem Niveau nachgefragt. Als Grundlage für die hygienischen Prüfungen an Produkten aus organischen Materialien sind die entsprechenden Leitlinien des Umweltbundesamtes (z.B. KTW-Leitlinie) zu nennen. Darüber hinaus ist ein Nachweis für die mikrobielle Unbedenklichkeit nach DVGW Arbeitsblatt W 270 zu führen. Die Prüfstelle Wasser hat die Reakkreditierung nach DIN EN ISO 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) für über 100 verschiedene Hygiene-, Mechanik- und Produktprüfungen im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Mit der Einführung der Elastomerleitlinie durch das Umweltbundesamt zum 01.01.2012 hat sich der Prüfaufwand für Elastomere deutlich erhöht. Hier konnte die Prüfstelle aufgrund der aktiven und intensiven Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt bei der Erstellung der Leitlinie die Elastomerhersteller informierend anleiten und so dazu beitragen, dass zwischenzeitlich eine gewisse Anzahl von Elastomeren die Prüfung erfolgreich bestanden hat. Gemäß der letzten Änderung der Trinkwasserverordnung kann das Umweltbundesamt unter anderem verbindliche Bewertungsgrundlagen für die Auswahl von hygienisch geeigneten Werkstoffen veröffentlichen. Im Zusammenhang mit Einführung der Liste „Trinkwasserhygienisch geeignete metallene Werkstoffe“ zum 01.12.2015 wurde das TZW von Unternehmen der Kupferindustrie beauftragt Werkstoffe zu testen, um diese nach erfolgreicher Prüfung listen zu können. Hierfür wurden an den entsprechenden Standorten mehrere Versuchsstände nach DIN EN 15664-1 vom TZW betrieben.

Der **NEO 2012 Innovationspreis** wurde am 21.11.2012 an die Firma Unisensor Sensorsysteme GmbH (Karlsruhe) für die Entwicklung eines Online-Analysensystems verliehen. Die Grundlagen für dieses System wurden gemeinsam mit dem TZW im Rahmen eines Forschungsprojektes im zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie entwickelt. Dies ist ein Beispiel für den hohen Innovationsgrad und die Praxisnähe der TZW-Forschung.

Zu den **internationalen Tätigkeiten des TZW** zählte die Weiterführung der aktiven Mitgliedschaften im europäischen Forschungsnetzwerk ACQUEAU (www.acqueau.eu) sowie in der Global Water Research Coalition GWRC (www.globalwaterresearchcoalition.net). In ACQUEAU repräsentiert das TZW über Herrn Dr. Klingler den Second Vice-Chairman of the Board of Directors sowie über Herrn Dr. Müller ein Mitglied des wissenschaftlichen Beirats. Hervorzuheben war im Jahr 2012 die Unterzeichnung einer Vereinbarung zur intensiven Zusammenarbeit auf

dem Gebiet der Ausbildung und Forschung zwischen dem TZW, der University of Surrey, der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft sowie den Stadtwerken Karlsruhe. Ziel der Vereinbarung ist es, die bereits bestehenden guten Kontakte nachhaltig zu stärken und auf dem Gebiet der Forschung und Lehre noch enger zusammen zu arbeiten. Im Auftrag von PUB (Public Utilities Board), Singapurs nationaler Wasserbehörde, begutachteten im Oktober 2012 zwei Experten von der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit des TZW drei Wasserwerke in Singapur. Dabei bestand die Aufgabe darin, Aktivkohleanwendungen zu optimieren, Flockungs- und Filtrationsprozesse zu verbessern sowie Vorschläge für eine verbesserte Aufbereitung zur Entfernung von Geruchs- und Geschmacksstoffen zu unterbreiten.

Auch im Jahr 2012 wurde eine Vielzahl von **Veranstaltungen** zum Know-how-Transfer organisiert, zu denen insgesamt ca. 400 Besucher aus Versorgungsunternehmen und Industrie den Weg zum TZW fanden.

In 2012 waren ca. 30 Mitarbeiter des TZW mit einem Gesamtaufwand von über 400 Manntagen für die Wasserbranche und den DVGW in der **nationalen und internationalen Regelsetzung** aktiv.

Im Berichtsjahr wurden entsprechend der Anlage am TZW 92 Publikationen in Fachzeitschriften sowie in Konferenzunterlagen angefertigt. Mit Stand zum 31.12. 2012 befanden sich am TZW 49 Forschungsvorhaben in Bearbeitung, die im Wesentlichen durch BMBF, BMWi, DVGW und der EU gefördert wurden. Informationen zu ausgewählten Forschungsvorhaben sind beispielhaft im vorliegenden Jahresbericht sowie über die Homepage des TZW (www.TZW.de) zugänglich.

2. Arbeitsschwerpunkte der Abteilungen

2.1. Analytik und Stoffbewertung

Im Berichtsjahr 2012 wurden wie in den Vorjahren in enger fachlicher Zusammenarbeit mit Wasserversorgungsunternehmen (WVU) und Behörden zahlreiche Untersuchungen und Projekte zur Qualitätskontrolle von Roh- und Trinkwässern sowie von Grund- und Oberflächengewässern durchgeführt. Neben den Analysen gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2011) lag der Schwerpunkt der Untersuchungen auf verschiedensten wasserchemischen Sonder- und Spezialparametern, die ergänzend zu den üblichen Qualitätskontrollen und im Rahmen von Forschungsprojekten gemessen wurden. Zu nennen sind von den anorganischen Kenngrößen insbesondere Uran, Gadolinium, Bromid und Bromat, Chlorit, Chlorat und Perchlorat sowie Chromat. Nach wie vor der größte Teil der Analysen erfolgte auf organische Spurenstoffe wie Pflanzenschutzmittel (PSM) und PSM-Metaboliten, Arzneimittelrückstände, Biozide, per- und polyfluorierte Verbindungen, künstliche Süßstoffe, synthetische Komplexbildner, Korrosionsschutzmittel, Lösungsmittel etc. Da die Einträge dieser Stoffe in die aquatische Umwelt überwiegend über Einleitungen aus kommunalen und industriellen Kläranlagen erfolgen, wurden sie insbesondere in Fließgewässern und Seen (Rhein, Main, Neckar, Elbe, Donau und Bodensee) analysiert. Aus den gemessenen Konzentrationen wurden dann Transporte und Frachten ermittelt.

Im Bereich der Forschungsarbeiten lag der Fokus im Kalenderjahr 2012 auf der Entwicklung von selektiven und sensitiven Analysenmethoden sowie auf praxisnahen Studien zu Vorkommen, Verhalten und Verbleib von organischen Spurenstoffen im Wasserkreislauf. Insgesamt 12 Forschungsvorhaben mit unterschiedlichen Fragestellungen zu Bestimmung, Entfernung und Bewertung von organischen Spurenstoffen bei der Wasseraufbereitung, zu Bildung, Verhalten und Verbleib von mikrobiellen und abiotischen Transformationsprodukten bei natürlichen (Uferfiltration, Bodenpassage) und technischen Verfahren (Ozonung, AOP) wurden durchgeführt. Abgeschlossen wurden die Projekte zur Entwicklung eines fluorspezifischen Parameters (AOF) zur Identifizierung rohwasserseitiger Belastungsschwerpunkte und eine Studie zur Bedeutung von Chromat für die Trinkwasserversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Neue Projekte befassen sich mit der Online-Analytik von relevanten Wasserqualitätsparametern und Spurenstoffen sowie mit der Detektion und Untersuchung von anorganischen und organischen Nanopartikeln im Wasserkreislauf.

Die Leistungsfähigkeit und hohe Qualität der analytischen Arbeiten wurden auch im Jahr 2012 durch verschiedene interne und externe Audits sowie durch sehr erfolgreiche Teilnahmen an nationalen und internationalen Ringversuchen bestätigt. Zudem beteiligt sich die Abteilung Analytik und Wasserbeschaffenheit schon seit Jahren an den Arbeiten zur Entwicklung von Analysenmethoden im Rahmen der nationalen und internationalen Normung.

In der Außenstelle des TZW in Dresden wurde das vom DVGW, der ATT und mehreren Wasserversorgungsunternehmen geförderte Projekt „Vermeidung organoleptischer Beeinträchtigungen des Trinkwassers durch aminosäurebürtigen DOC“ erfolgreich abgeschlossen. Im Ergebnis wurde gezeigt, dass im Wasser enthaltene Aminosäuren in Verbindung mit einer Chlorung zu einer erheblichen Geruchsbelastung führen können.

2.2. Technologie und Wirtschaftlichkeit

Im Focus der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit standen wissenschaftlich-technische Kooperationen mit Wasserversorgungsunternehmen zur Lösung konkret anstehender aufbereitungstechnischer Fragestellungen. Seitens der Versorgungsunternehmen wurden beispielsweise die zentrale Enthärtung, die Aufbereitung huminstoffhaltiger Wässer, die Entfernung von Aluminium und Mangan oder die Einführung der UV-Desinfektion thematisiert. Ein weiterer Schwerpunkt lag in der Ausarbeitung von optimalen Konzepten für die Struktur der Wasseraufbereitung in ländlichen Regionen.

Bei der technischen Umsetzung der Anfragen der Versorgungsunternehmen spielen Membranverfahren eine wesentliche Rolle. Beispielsweise wurden im Berichtszeitraum im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen verschiedene Pilotierungen für die Großtechnik zur Huminstoffentfernung mittels Ultrafiltrationsanlagen in Kombination mit Flockungsmitteln bzw. mittels Einsatz der Nanofiltration und Umkehrosmose durchgeführt. Bei den Pilotanlagen wurden sowohl Mietanlagen von Anlagenbauer als auch Versuchsanlagen aus dem Eigentum des TZW (Bild 1) eingesetzt, die nach dem neuesten Stand der Technik ausgestattet sind. Wie auch in den Vorjahren spielt bei der zentralen Enthärtung die Umkehrosmose eine bedeutende Rolle. Hierbei ist zu beobachten, dass die Kapazität der Anlagen, die mit Umkehrosmose ausgerüstet werden sollen, ansteigt. Zudem wird die technische Ausstattung dieser Anlagen neueren Erkenntnissen angepasst. Dies betrifft beispielsweise verbesserte Überwachungsvorrichtungen, umweltfreundliche Spültechniken oder die Energierückgewinnung aus Konzentraten.



Bild 1: Beispiel einer vollautomatischen und fernsteuerbaren Versuchsanlage aus dem Bestand des TZW mit 8 Membranmodulen in 4 Druckrohren zur Pilotierung der Umkehrosmose für Großanlagen

Im Bereich der Forschung und Entwicklung wurden im Berichtszeitraum neun Forschungsprojekte bearbeitet. Im Focus standen der Schutz der Trinkwasserversorgung vor Anschlägen, die Erarbeitung von Testmethoden für Kornaktivkohlen sowie Zuarbeiten für die Erstellung der DVGW-Arbeitsblätter zur Entsäuerung oder Rückstandsbehandlung. Im Rahmen des PRiMaT-Projektes befassten sich die Arbeiten der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit mit einem innovativen, elektrokatalytischen Oxidationsverfahren auf Basis von Nano-Polyanilin-Elektroden sowie mit der Elektrodialyse zur selektiven Spurenstoffentfernung. Im Jahr 2012 neu begonnen wurden zwei Forschungsprojekte. Beim ersten Projekt handelt es sich um ein länderübergreifendes Vorhaben zum Umgang mit Spurenstoffen im Wasser. Dem Grundgedanken folgend, dass Mikroverunreinigungen länderübergreifend im Wasser vorkommen und damit verbundene Herausforderungen nur transnational lösbar sind, arbeiten mehrere europäische Partner zusammen. Die Abteilung Technologie verknüpft in einem Teilprojekt Adsorptions- und Membranfiltrationstechniken zur Entfernung von Spurenstoffen miteinander. In dem zweiten Projekt werden einheitliche

Leitlinien zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit einer Konzentrateinleitung in Fließgewässer definiert. Hintergrund des Projektes ist die Anforderung aus der Praxis, nach denen die Entscheidung über die großtechnische Realisierung von Umkehrosmoseanlagen im Wasserwerk immer eine umweltverträgliche Ableitung des Konzentrates erfordert. Die Außenstelle Dresden begann im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes mit der Bearbeitung eines Teilprojektes zum Einfluss erhöhter Konzentrationen an natürlichen organischen Wasserinhaltsstoffen auf die Aufbereitung von Talsperrenwässern. Dazu wurden in mehreren Wasserwerken Funktionsprüfungen in Verbindung mit einer Optimierung der Aufbereitungstechnologie bzw. Pilotversuche zur Verfahrensfestlegung durchgeführt. Die Förderung der Forschungsprojekte basiert auf Zuwendungen des BMBF, BMWi, DVGW, EU und dem Land Baden-Württemberg. In weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie synthetische Adsorbentien zur Entfernung von organischen Spurenstoffen untersucht. Nach den Ergebnissen dieser Versuche lassen sich durch den Einsatz synthetischer Adsorbentien polar bzw. ionogen vorliegende Verbindungen wie beispielsweise Amidotrizoesäure entfernen. Allerdings wurden auch Stoffe gefunden, die deutlich schlechter entfernbar sind.

2.3. Grundwasser und Boden

Im DVGW-Vorhaben GW 2/01/10 „Potenzialstudie zur nachhaltigen Erzeugung und Einspeisung gasförmiger, regenerativer Energieträger in Deutschland (Biogasatlas)“ befassen sich das Gas- und das Wasserfach gemeinsam mit der strategischen Planung für eine nachhaltige, langfristig planbare und umweltverträgliche Biogaseinspeisung ins Gasnetz. Um die für die Trinkwassergewinnung bedeutenden Gebiete von möglichen zukünftigen Schwerpunktgebieten für den Anbau von Energiepflanzen für die Biogasproduktion abzugrenzen, wurden entsprechende Geobasisdaten bundesweit in einem geografischen Informationssystem (GIS) zusammengestellt. Das Vorhaben wird den politischen und wirtschaftlichen Akteuren Entscheidungshilfen an die Hand geben, um den Schutz der Gewässer beim weiteren Ausbau der Bioenergie zu berücksichtigen.

Ziel des DVGW-Forschungsvorhabens G 1/08/10 „Einsatz von industriellen und kommunalen Abfallstoffen für die Biogaseinspeisung“ ist es, die Potentiale und die Verwendbarkeit von kommunalen und industriellen Rest- und Abfallstoffen als Substrate für die Biogasgewinnung und die besonderen Anforderungen bei der Aufbereitung zu Erdgassubstitut zu erfassen, zu vergleichen und zu bewerten, um anschließend eine geeignete Prozesskette zu definieren und die Ausbringung der Gärreste in der Landwirtschaft zu bewerten. Ergebnisse von Analysen von Gärresten aus fünf abfallvergärenden Biogasanlagen geben Hinweise auf eine Belastung derartiger Gärreste u.a. mit Arzneimittelwirkstoffen, Weichmachern und PAK. Deshalb sind erweiterte Anforderungen an die Aufbereitung schadstoffbelasteter Gärreste zu stellen, um

diese in der Landwirtschaft ohne negative Auswirkungen auf die Gewässer verwerten zu können.

Das DVGW-Verbundvorhaben W 1/06/08, das sich mit den Konsequenzen eines nachlassenden Nitratabbauvermögens des Grundwasserleiters befasst, wird von der Abteilung Grundwasser und Boden fachlich begleitet. Dazu wurden in Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern Kriterien erarbeitet, um anhand relevanter Systemgrößen, die für 21 Wassereinzugsgebiete erhoben werden, die örtlichen Verhältnisse unter dem Leitbild eines nachhaltigen Schutzes von Trinkwasserressourcen zu beurteilen.

Die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Baden-Württemberg (GWD-WV) wurde weiterhin wissenschaftlich begleitet. In Zusammenarbeit mit dem Grundwasserinstitut Dr. Kollotzek (GWI) wurde das gemeinsam entwickelte Konzept zur kontinuierlichen Qualitätssicherung der sog. „SchALVO-Messstellen“ im Auftrag der LUBW fortgesetzt. Darin wurden Messstellen mit auffälligen PSM-Befunden ausgewählt, die Fassungsanlagen und Einzugsgebiete begangen und so die Befunde auf Plausibilität überprüft.

Mit Hilfe der am TZW betriebenen Rohwasserdatenbank Wasserversorgung (RWDB) werden Daten von Wasserversorgungsunternehmen zum Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten erfasst. Anhand der Auswertungen der Befunde wählt der Beirat der Rohwasserdatenbank, bestehend aus Vertretern der Wasserwirtschaft (BDEW, DVGW, VKU, Wasserversorgungsunternehmen) und der Pflanzenschutzmittelhersteller (Firmen- und IVA-Vertreter), mit Einverständnis der betroffenen Wasserversorger Trinkwassereinzugsgebiete aus, die eine Belastung mit einem aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmittelwirkstoff oder einem Metaboliten eines zugelassenen Wirkstoffes aufweisen. In diesen Gebieten werden Maßnahmen zur Verminderung der jeweiligen Belastung eingeleitet und umgesetzt.

Das systematische, prozessbasierte Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung („Water Safety Plans“, WSP) war Gegenstand vieler Projekte und Aufträge. Für mehrere WVU wurden gemeinsam mit dem jeweiligen Wasserversorger Risikomanagementsysteme gemäß DVGW-Hinweis W 1001 erarbeitet und umgesetzt. In einem Fall wurden die Ergebnisse den Vertretern mehrerer Umweltbehörden vorgestellt und in einem Workshop gemeinsam Maßnahmen zu ausgewählten Handlungsfeldern im Wasserschutzgebiet erarbeitet. Im laufenden DVGW-Forschungsvorhaben W 1/01/10 „Risikomanagement für Wasserschutzgebiete“ ist das TZW beteiligt und konzipierte hierin die Methodik einer qualitativen Risikoabschätzung für Wasserschutzgebiete mit begrenzter Datenbasis. Im BMBF-Verbundvorhaben PRiMaT (Präventives Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung) wurde gemeinsam mit Partnern aus Wasserversorgung und Wasserforschung ein neues Bewertungssystem zur Gefährdungsanalyse in Einzugsgebieten entworfen. Zudem wurde gemeinsam mit dem

Umweltbundesamt (UBA) ein Projekt zur Förderung der praktischen Umsetzung des Water Safety Plan (WSP)-Konzeptes und des DVGW-Hinweises W 1001 in kleinen Wasserversorgungen durchgeführt. Projektziel ist hierbei die Erarbeitung eines auf die Bedürfnisse kleiner Wasserversorgungen zugeschnittenen, erfahrungsbasierten Leitfadens.

Weiterhin wurden gebietsspezifische Grundwasseruntersuchungsprogramme, etwa bei Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, Arzneimittelwirkstoffen, PFC, Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Abbauprodukten sowie Bodenuntersuchungen zur Abschätzung von Nitratauswaschungsverlusten durchgeführt und ausgewertet. Ziel der Monitoringprogramme ist es, Handlungsempfehlungen zur Ursachenbeseitigung von Grundwasserunreinigungen oder zum Umgang mit Belastungen abzuleiten. In verschiedenen Wasserschutzgebieten werden z. B. die Erstellung und Umsetzung von Sanierungsplänen zur nachhaltigen Erniedrigung überhöhter Nitratkonzentrationen des Grundwassers fachlich begleitet.

2.4. Mikrobiologie

Im Jahr 2012 wurde in der Abteilung Mikrobiologie ein neuer Arbeitsbereich erschlossen, der sich mit der hygienischen Bewertung von Nicht-Trinkwasser beschäftigte. Hier wurden u. a. Aufträge zu Beregnungswasser und zur Brauchwassernutzung bearbeitet.

Die bereits im Vorjahr verstärkt bearbeiteten mikrobiologischen Probleme der Trinkwasser-Installation stellten auch im Jahr 2012 einen Schwerpunkt der Arbeiten dar. Kontaminationen durch die hygienisch-relevanten Bakterien Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* sowie Koloniezahlerhöhungen konnten in Zusammenarbeit mit den Betreibern der Trinkwasser-Installationen behoben werden.

Auch im Jahr 2012 lagen die Schwerpunkte der Arbeiten in Zusammenarbeit mit Wasserversorgern in der Beurteilung der Aufbereitungsnotwendigkeit und -wirksamkeit in Bezug auf mikrobiologische Belastungen und auf die Prüfung der Desinfektionsnotwendigkeit. Immer mehr Wasserversorger streben eine desinfektionsmittelfreie Verteilung des Trinkwassers an, um Geruchs- und Geschmacksbeschwerden der Verbraucher vorzubeugen. Deshalb wird häufig eine Abstellung der Abschlussdesinfektion oder eine Umstellung auf UV gewünscht. Die Prüfung dieser Möglichkeiten stellt unverändert ein sehr wichtiges Arbeitsgebiet dar und wird regelmäßig nachgefragt. Darüber hinaus ist auch die Aufstellung von Handlungsplänen bei restgehaltfreier Fahrweise des Verteilungsnetzes ein wichtiger Bestandteil dieses Arbeitsgebietes.

Das DVGW-Forschungsvorhaben zur Festlegung mikrobiologischer Anforderungen an Schmierstoffe konnte im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen werden. Die erar-

beitete Vorgehensweise wird in ein DVGW-Arbeitsblatt als Prüfvorschrift eingearbeitet.

Neu begonnen wurden im Jahr 2012 die Arbeiten im Rahmen des vom TZW koordinierten BMBF-Verbundvorhabens PRIMAT, in dem bei der Abteilung Mikrobiologie u. a. die Entwicklung quantitativer molekularbiologischer Nachweisverfahren auf der Basis von FISH im Vordergrund stehen.

In der Außenstelle des TZW in Dresden wurde das DVGW-Projekt „Enterokokkenbelastung im Trinkwasser – Ursachenanalyse“ abgeschlossen. Hierbei ist nachgewiesen worden, dass die großflächigen Trinkwasserbelastungen mit Enterokokken in Brandenburg und Mecklenburg Vorpommern durch Mücken verursacht wurden.

2.5. Umweltbiotechnologie und Altlasten

Die Schwerpunkte der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten lagen in 2012 auf folgenden Gebieten:

- Molekularbiologische Methoden zum Nachweis von Viren, Bakterien und Resistenzgenen
- Bewertung von Wärmeträgerfluiden in der Geothermie
- Biologische Verfahren in der Sicherheitsforschung
- Ökotoxizität von heterozyklischen Kohlenwasserstoffen und kurzkettigen Alkylphenolen
- Mikrobiologischer Abbau von halogenierten Schadstoffen (z. B. Chlorethene)
- Natürlicher Abbau von Kohlenwasserstoffen unter instationären Bedingungen

Die Standardverfahren zum Nachweis von Mikroorganismen in der Wasseranalytik beruhen auf Kulturverfahren. Diese Methoden haben den Nachteil einer häufig mehrtägigen Inkubationsdauer und stehen nicht für alle Krankheitserreger zur Verfügung (z.B. Noroviren). Molekularbiologische Methoden (z.B. PCR-Nachweis) sind demgegenüber schnell und bieten auch die Möglichkeit, Proben über längere Zeiträume zu konservieren. In der Abteilung Umweltbiotechnologie wurden Methoden zur Anreicherung und zum Nachweis von z.B. humanpathogenen Viren weiterentwickelt. Die neuen Methoden werden u.a. zur Identifikation fäkaler Eintragsquellen (Microbial Source Tracking) genutzt. Die aktuellen Arbeiten zielen auch auf die Unterscheidung von lebenden/toten Bakterien im PCR-Verfahren.

Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes sind neben dem Potential der Erdwärmennutzung auch die möglichen Risiken zu bewerten. Insbesondere war noch wenig über die möglichen Einflüsse der eingesetzten Wärmeträgerfluide auf das Grundwasser bekannt. Es erfolgte daher eine Gefährdungsabschätzung von neun Wärmeträgerfluiden und einem Korrosionsschutzmittel anhand ihrer chemischen Zu-

sammensetzung, aerober/anaerober Abbaubarkeit sowie Ökotoxizität. Im Ergebnis wurde gezeigt, dass eine mögliche Grundwasser-Gefährdung von dem hohen Organik-Gehalt (Sauerstoffzehrung) und persistenten Einzelstoffen wie z.B. den Triazolen ausgehen kann.

Im Rahmen der Sicherheitsforschung wurden Biomonitore mit Daphnien evaluiert, um schnell unbekannte Giftstoffe detektieren zu können. Die Studie in Kooperation mit dem Wehrwissenschaftlichen Institut (WIS) der Bundeswehr bestätigte die prinzipielle Eignung von Biomonitoren zur Überwachung. Da nicht alle Giftstoffe vom gleichen Monitor detektiert werden können, wird die Kombination mit weiteren on-line-Sensoren empfohlen. Des Weiteren wurde gezeigt, dass ein Schnelltest mittels O₂-Elektrode erste Aufschlüsse über das Verhalten von humantoxischen Verbindungen in Kläranlagen liefern kann.

Im Rahmen eines LABO-Projektes wurden zunächst GC-MS-Methoden zum Nachweis von NSO-Heterozyklen und Alkylphenolen weiterentwickelt und validiert. Derzeit laufende Arbeiten untersuchen das Vorkommen und die Ökotoxizität der Substanzen mit Organismen unterschiedlicher Trophiestufen.

2.6. Verteilungsnetze

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Verteilungsnetze an der Außenstelle in Dresden waren im Berichtszeitraum 2012 Untersuchungen zu den in Trinkwassernetzen eingesetzten Spülverfahren. Hierzu wurden Vergleichsuntersuchungen an dem in der Außenstelle Dresden vorhandenen Modellnetz durchgeführt. Die Untersuchungen zeigten, dass bei der Wasserspülung die Mobilisierungskräfte mit der Spülgeschwindigkeit korrelieren. Bei der Luft/Wasser-Spülung können durch den Impulseffekt der Luftzugabe sehr hohe Mobilisierungskräfte erreicht werden. Weiterführend sind 2013 im Verteilungssystem der Kommunalen Wasserwerke Leipzig unter Einbindung der Fa. Hammann Untersuchungen zur Überprüfung der Spülverfahren im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit vorgesehen. Neu begonnen wurde mit der Bearbeitung des vom DVGW geförderten Vorhabens „Aktualisierung der Verbrauchsganglinien und Entwicklung eines Modells zur Simulation des Wasserbedarfs“. In Zusammenarbeit mit 10 Wasserversorgungsunternehmen werden innerhalb des Projektes umfassende Messungen des Wasserverbrauches in über 100 Objekten durchgeführt. In einem weiteren DVGW-Forschungsprojekt wird ein Verfahren entwickelt, mit dem die Wirkung von Korrosionsinhibitoren direkt im Netz beurteilt werden kann. Darüber hinaus wird ein Verbundprojekt bearbeitet, welches sich mit der Beeinflussung der Bildung von Ablagerungen in Trinkwasserleitungen durch strukturierte Oberflächen befasst. Damit Wasserversorgungsunternehmen den Verschmutzungsgrad von Trinkwasserleitungen im Rahmen von Spülungen erfassen können, wird in einem Forschungsprojekt zusammen mit der Firma FAST ein Spülstand entwickelt. Im Rahmen eines deutsch-französischen Verbundprojektes werden

Ansätze und Werkzeuge zur Gewährleistung der Sicherheit in Wasserverteilungsnetzen überprüft und weiterentwickelt. Im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen wurden wie in den Jahren zuvor zustandsorientierte Spülpläne erarbeitet und Vorhaben zur Umstellung auf einen desinfektionsmittelfreien Netzbetrieb begleitet. Darüber hinaus wurden für mehrere WVUs Untersuchungen zur Korrosionsgeschwindigkeit der in den Netzen vorhandenen ungeschützten metallischen Leitungen durchgeführt.

2.7. Korrosion

In der Abteilung Korrosion lag wie in den Vorjahren der Schwerpunkt der Arbeiten bei der technisch-wissenschaftlichen Kooperation mit Wasserversorgern. Hierbei erstreckten sich die Fragestellungen unter anderem von Beurteilungen zur Werkstoffauswahl für bestimmte Versorgungsgebiete unter Berücksichtigung der vorherrschenden Wasserqualitäten, über die Begutachtung von Schadensfällen in der Trinkwasserversorgung wie Behältern oder Rohrleitungen bis hin zur Ursachenfindung bei auftretenden Rostwasserproblemen. Im Zusammenhang von Korrosionsschäden wurde auch im Berichtszeitraum eine Vielzahl von Trinkwasser-Installationen in größeren Objekten wie Krankenhäusern, Altersheimen oder großen Wohn- und Geschäftskomplexen begutachtet sowie problemspezifische Handlungsempfehlungen abgeleitet. Neben Trinkwasser-Installationen waren Mitarbeiter der Abteilung Korrosion zunehmend auch im Bereich des Gebäudemanagements bei Problemen mit anderen nicht-Trinkwasserführenden Systemen in Großgebäuden oder im produzierenden Gewerbe tätig. Als Beispiel hierfür ist die Begutachtung einer Sprinkleranlage in einem Museum zu nennen, die aufgrund baulicher Gegebenheiten und einer ungünstigen Betriebsweise (befüllen und trockenfallen lassen zur Funktionskontrolle) erhebliche Beeinträchtigungen durch sich ablagernde Korrosionsprodukte aufzeigte. Im Zusammenhang von Forschungsvorhaben wurden das vom BMBF, DVGW und Plastics Europe geförderte Verbundprojekt „Kunststoffe im Kontakt mit Trinkwasser“ sowie das von der amerikanischen „Water Research Foundation“ geförderte Projekt „Performance of Non Leaded Brass Materials“ weitergeführt. Bei dem Kunststoffprojekt, welches in Zusammenarbeit mit der Abteilung Analytik und Stoffbewertung bearbeitet wird, lagen die Arbeitsschwerpunkte neben der Ermittlung von Analysemethoden für kunststoffspezifische Einzelsubstanzen insbesondere in der experimentellen Bestimmung von Migrationsparametern an Spezialproben bestehend aus unterschiedlichen Kunststoffmaterialien. Die gewonnenen Daten werden zur Weiterentwicklung eines softwarebasierten Migrationsmodells herangezogen. Die Untersuchungen an den „Non-Leaded Brass Materials“, also an kupfergebundenen Werkstoffen mit einem Bleigehalt $< 0,25\%$ konnten Ende 2012 weitestgehend abgeschlossen werden. Generell zeigen die Befunde, dass durch die Verminderung des Bleis im Werkstoff auch eine deutliche Abnahme der Bleiabgabe an das Trinkwasser zur Folge hat. Auch dieses Jahr waren Mitarbeiter der Abteilung neben den Prüf- und Forschungstätigkeiten in zahlreichen Gremien zur Erarbeitung technischer Normen und Regelwerke im Bereich Produkte und Materialien zum Einsatz im

Trinkwasser national und international aktiv. An dieser Stelle sind insbesondere die Ausschüsse des CEN und DIN sowie die Arbeitskreise des DVGW zur Erarbeitung von technischen Arbeitsblättern oder des Umweltbundesamtes zur KTW-Leitlinie zu nennen.

2.8. Prüfstelle Wasser

An der Prüfstelle Wasser wurden wie bereits in den Jahren zuvor Hygiene- und Produktprüfungen für Materialien und Produkte im Kontakt mit Trinkwasser seitens der Industrie auf hohem Niveau nachgefragt. Als Grundlage für die hygienischen Prüfungen an Produkten aus organischen Materialien sind die entsprechenden Leitlinien des Umweltbundesamtes (z.B. KTW-Leitlinie) zu nennen. Darüber hinaus ist ein Nachweis für die mikrobielle Unbedenklichkeit nach DVGW Arbeitsblatt W 270 zu führen. Die Prüfanforderungen für Produkte im Trinkwasserbereich wie Armaturen oder Geräte zur Trinkwasserverteilung, Trinkwasserverwendung und Trinkwassernachbehandlung sind im entsprechenden technischen Regelwerk hinterlegt. Dieses setzt sich insbesondere aus DIN/EN Normen sowie den betreffenden DVGW Arbeitsblättern bzw. Prüfgrundlagen zusammen. Die Prüfstelle Wasser hat hierzu die Reakkreditierung nach DIN EN ISO 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) für über 100 verschiedene Hygiene-, Mechanik- und Produktprüfungen im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Als wichtigste Neuerung im Bereich der Hygieneprüfungen ist die Veröffentlichung der Elastomerleitlinie am 01.01.2012 durch das Umweltbundesamt zu nennen (Bild 2). Diese gilt für die Prüfung von Elastomeren im Kontakt mit Trinkwasser und löst die bisherige Empfehlung 1.3.13 ab. Insbesondere aufgrund der mit der Einführung der Elastomerleitlinie erhöhten Anforderungen an die rezepturspezifischen Einzelsubstanzen sowie deren Stoffübergang ins Trinkwasser, hat sich der Prüfaufwand für Elastomere deutlich erhöht. Hier konnte die Prüfstelle aufgrund der aktiven und intensiven Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt bei der Erstellung der Leitlinie die Elastomerhersteller informierend anleiten und so dazu beitragen, dass zwischenzeitlich eine gewisse Anzahl von Elastomeren die Prüfung erfolgreich bestanden hat.



Bild 2: Auswahl von Produkten aus Elastomeren für den Einsatz im Trinkwasser

In der letzten Änderung der Trinkwasserverordnung (in Kraft getreten am 14.12.2012) wird in §17 die Zuständigkeit des Umweltbundesamtes deutlich erweitert. So kann das UBA unter anderem verbindliche Bewertungsgrundlagen für die Auswahl von hygienisch geeigneten Werkstoffen veröffentlichen. Für kupfergebundene Werkstoffe wird beispielsweise hierfür die Prüfung in drei Prüfwässern bzw. in einem Prüfwasser gegenüber einem Referenzwerkstoff in einem Prüfstand nach DIN EN 15664-1 sowie Bewertung nach DIN 50930-6 (Gelbdruck 2012) gefordert. Nach erfolgreicher Prüfung kann der Werkstoff auf die so genannte Liste „Trinkwasserhygienisch geeignete metallene Werkstoffe“ aufgenommen werden. Ab dem 1.12.2015 wird diese Liste verbindlich, so dass dann in Deutschland im Trinkwasserbereich nur noch gelistete metallene Werkstoffe verwendet werden dürfen. In diesem Zusammenhang wurde das TZW von Unternehmen der Kupferindustrie beauftragt bereits Werkstoffe zu testen, um diese nach erfolgreicher Prüfung listen zu können. Hierfür wurden an den entsprechenden Standorten mehrere Versuchsstände nach DIN EN 15664-1 vom TZW betrieben.

3. Innovationspreis

Der NEO 2012 Innovationspreis wurde am 21.11.12 an die Firma Unisensor Sensor-systeme GmbH (Karlsruhe) für die Entwicklung des Online-Analysensystems ORGANOTRACE 100 verliehen. Die Grundlagen für dieses System wurden gemeinsam mit dem TZW im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten ZIM-Forschungsvorhaben entwickelt.

Um kurzfristige Schadstoff-Einträge detektieren zu können, bietet sich die Nutzung einer Online-Sensorik an. Es handelt sich bei dem vorgestellten System ORGANOTRACE 100 um einen Sensor, der viele organische Verbindungen aus diversen Wassermatrizes bis in den unteren Mikrogramm-pro-Liter-Bereich nachweisen kann. Als Probenvorbereitungstechnik wird die Destillation verwendet, die flüchtige organische Analyte von spektralen Störkomponenten (Nitrat, Huminstoffe, Trübung) trennt. Zur Detektion dient die UV-Vis-Spektroskopie, die robust ist und über die Nutzung langer Küvetten Bestimmungen bis in den Spurenbereich ermöglicht. Das System wird über eine Mess- und Regeltechnik automatisiert betrieben und kann bis zu vier Analysen pro Stunde durchführen. Die Auswertung erfolgt über intelligente Algorithmen, wodurch die Selektivität und Sensitivität nochmals gesteigert werden können. Durch die ausgewählte Verfahrenskombination ist ein langer wartungsfreier Betrieb möglich. Das System hat nach wenigen Minuten eine Messung durchgeführt und ist damit prädestiniert zur zeitnahen Überwachung sensibler Wasserressourcen.



Bild 3: Dr. Oliver Happel (Technologiezentrum Wasser), Daniel Coric, Prof. Dr. Gunther Krieg, Markus Walter (Unisensor), und OB Heinz Fenrich (v. l. n. r.). Foto: TRK/Fränkle

4. Wissenstransfer zu Versorgungsunternehmen

Der Wissenstransfer von Ergebnissen der TZW-Forschung in die Versorgungsunternehmen erfolgte über folgende Wege:

- TZW-Schriftenreihe
- TZW-Newsletter
- TZW-Kolloquien
- TZW-Diskussionsreihe
- TZW-Homepage

Ergebnisse von Forschungsarbeiten werden in der TZW-Schriftenreihe abgedruckt. Im Jahr 2012 erschienen fünf weitere Ausgaben:

- Band 51:
Entwicklung und Umsetzung eines MNA-Konzeptes an einem Teeröl-Kontaminierten Standort
- Band 52:
Aktuelle Themen im Grundwasserschutz:
1. Entwicklung einer Rohwasserdatenbank
2. Wärmeträgerfluide in der Geothermie
- Band 53:
Studie zur Bedeutung von Bioziden für die Trinkwasserversorgung
- Band 54:
Untersuchungen zur Umsetzung von N, N-Dimethylsulfamid (DMS) durch Desinfektionsmaßnahmen mit Chlor
- Band 55:
Grundlagen für sichere Entscheidungen in der Wasserversorgung

Ausgaben des TZW-Newsletter erschienen im April und Oktober 2012 mit Kurzinformationen zu aktuellen Themen in der Wasseraufbereitung wie beispielsweise zum Spannungsfeld von Energiewende und Umweltschutz oder zum Einsatz des Indikatorprinzips zur Bewertung der mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit.

Das TZW richtete im Jahr 2012 wieder mehrere Veranstaltungen aus, wobei der Wissenstransfer zu den Versorgungsunternehmen im Mittelpunkt stand. Das Kolloquium der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee Rhein (AWBR) am 16.03.12 stand unter dem Thema „Nanopartikel und Viren - Bestimmung, Vorkommen und Bewertung“. Hierzu reisten 62 Vertreter aus Versorgungsunternehmen zum TZW nach Karlsruhe. Das 21. Dresdner Trinkwasserkolloquium fand am 24.04.12 in Dresden statt. Etwa 130 Fachleute und Entscheidungsträger aus Versorgungsunterneh-

men und Behörden nahmen an dieser Veranstaltung teil. Etwa 50 Experten nahmen an der vierten TZW-Diskussionsreihe am 26.06.12 zum Thema „Uferfiltration und Grundwasseranreicherung - Bewährte Verfahren und neue Herausforderungen“ teil. Auch das 17. TZW-Kolloquium vom 04.12.11 erfreute sich eines starken Interesses aus der Praxis, wie die Anreise von etwa 120 Fachleuten aus dem Wasserfach zum TZW nach Karlsruhe zeigte. Damit erreichte das TZW im Jahr 2012 allein mit haus-eigenen Veranstaltungen insgesamt mehr als 360 Fachleute aus der Wasserbranche. Hinzu kommt die Vielzahl von Präsentationen durch das TZW bei wissenschaftlichen Konferenzen sowie durch Publikationen.

Unter der Adresse <http://www.TZW.de> ist die Homepage des TZW zu erreichen (Bild. 4). Im Berichtszeitraum wurden umfangreiche inhaltliche Aktualisierungen vorgenommen sowie der interne Aufbau der Homepage in Hinblick auf das Auftreten der einzelnen Abteilungen vereinheitlicht.

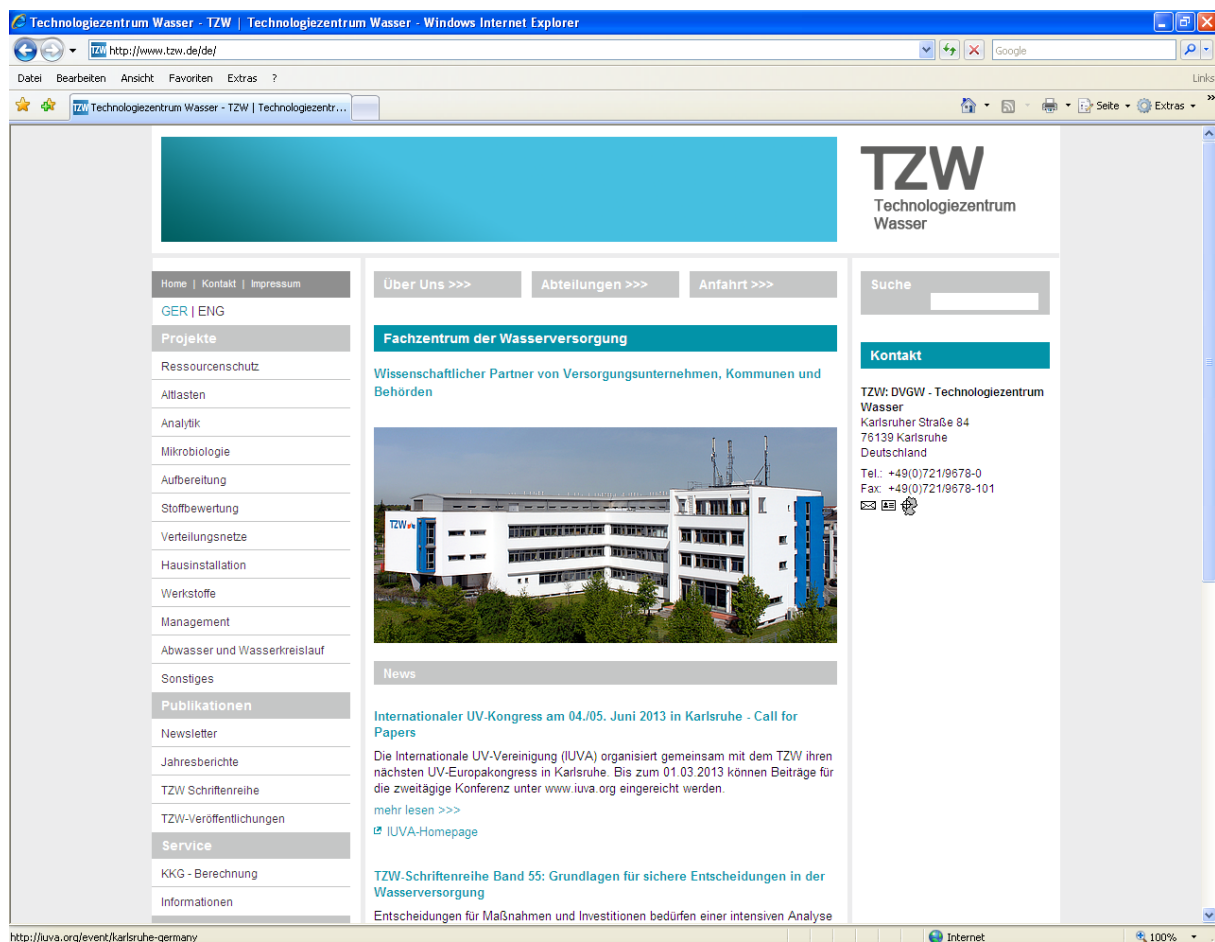


Bild 4: Homepage des TZW: <http://www.TZW.de>

5. TZW-interne Forschungsseminare

Die TZW-internen Forschungsseminare dienen der Fortbildung, der Verbesserung des Informationsaustausches unter den Mitarbeitern des TZW und der Diskussion über neue Entwicklungen der Forschung im Wasserbereich. Im Jahr 2012 wurden sechs dieser Seminare zu den in Tabelle 1 gelisteten Themen durchgeführt. Darüber hinaus fanden zwei TZW-interne Fachvorträge statt, bei denen mit Referenten aus dem Hochschulbereich der Fachaustausch intensiviert werden konnte (Tabelle 2).

Tabelle 1: Themen der TZW-internen Seminare

Datum	Vortragender	Thema
27.02.12	Dipl.-Ing. Volker Schlitt Dr. Michael Hügler Dipl.-Ing. Andrea Emmel	Die neue Trinkwasserverordnung Legionellen in Trinkwasserinstallationen Die Summe macht's – Entwicklungen zur Erfassung poly- und perfluorierter Chemikalien (PFC)
26.03.12	Dipl.-Geoökol. Thilo Fischer Dipl.-Ing. Thomas Ball	Die bundesweite Rohwasserdatenbank Wasserversorgung: Machbarkeitsstudie, Aufbau und Betrieb Nachhaltige Biogasproduktion – Zwischenergebnisse aktueller TZW-Forschungsvorhaben
23.04.12	Dr. Jutta Eggers Dr. Sebastian Hesse	Möglichkeiten der UV-Anwendung Entsäuerungsfiltration
25.06.12	Dr. Marco Scheurer Dr. Oliver Happel	5 Jahre Süßstoffforschung - ein Rückblick Untersuchungen zur Umsetzung von N,N-Dimethylsulfamid (DMS) durch Desinfektionsmaßnahmen mit Chlor
23.07.12	Dr. Michael Hügler Dipl.-Ing. Katja Kreißel	Identifizierung von Bakterien mit molekularbiologischen Methoden Rückhalt von enteralen Viren und Bakteriophagen in Flockungsversuchen
18.12.12	Alexander Kurtz Dr. Robertino Turković	Schadensfälle in der Wasserversorgung Güteüberwachung von Kunststoffrohren

Tabelle 2: TZW-interne Seminare mit Referenten aus dem Hochschulbereich

19.11.12	Prof. Dr. Harald Horn KIT	Biofilme in natürlichen und technischen Systemen
27.11.12	Prof. Dr. Thilo Hofmann Universität Wien	Nanopartikel: Detektion und Stabilität im Wasser

6. Internationale Kontakte

6.1. Zielstellung

Internationale Kooperationen tragen dazu bei, den Bekanntheitsgrad des DVGW-Technologiezentrums Wasser 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 im Ausland zu dokumentieren.

6.2. Kontakte innerhalb laufender Projekte

Auf reges Interesse stieß eine Präsentation von Herrn Dr. Riegel von der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit des TZW auf einer Konferenz über die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in St. Louis, USA vom 09. bis 12. September 2012. Die von ihm vorgestellten Ergebnisse des vom BMBF geförderten und vom TZW koordinierten Verbundprojektes „Schutz der Trinkwasserversorgung in Hinblick auf CBRN-Bedrohungsszenarien STATuS“ zeigten den Teilnehmern der Konferenz neue Ansatzpunkte in der Sicherheitsforschung. Darüber hinaus wurden wichtige Kontakte geknüpft.

Die Zusammenarbeit mit China steht im Mittelpunkt des Yangtze-Projektes. Im Januar 2012 nahm Herr Dr. Klinger an einer Delegationsreise des BMBF nach China teil, im Rahmen dieser die jeweiligen Ministerien von China und Deutschland offiziell gemeinsam das Forschungs- und Innovationsprogramm für sauberes Wasser eröffnet haben. Im Frühjahr und Herbst 2012 besuchte dann Herr Dr. Tiehm von der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten des TZW die Tongji-Universität in Shanghai sowie das CRAES-Institut in Peking. Die Kooperation mit chinesischen Partnern soll im Rahmen des Deutsch-Chinesischen CLEAN-Water-Programms ausgebaut werden.

Im Rahmen eines vom Internationalen Büro des BMBF geförderten Vorhabens wurden gemeinsam mit CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), Australiens nationale Wissenschaftsbehörde, molekularbiologische Untersuchungen durchgeführt. Dazu weilten im Juli 2012 Herr Dr. Tiehm, Frau Stoll sowie Herr Otto im CSIRO in Brisbane. Die Kooperation führte u.a. zu einer gemeinsamen Publikation in der Zeitschrift Environmental Science & Technology.

6.3. Kontakte außerhalb laufender Projekte

Am 25.06.2012 besuchten 20 Dozenten und Studenten der University of Surrey Guildford das TZW um sich über den aktuellen Stand der Wasseraufbereitung in Deutschland zu informieren. Am gleichen Tag wurde eine Vereinbarung zur intensiven Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Ausbildung und Forschung zwischen dem TZW, der University of Surrey, der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft sowie den Stadtwerken Karlsruhe feierlich unterzeichnet. Ziel der Vereinbarung ist es, die bereits bestehenden guten Kontakte nachhaltig zu stärken und auf dem Gebiet der Forschung und Lehre noch enger zusammen zu arbeiten. So soll insbesondere die Möglichkeit eröffnet werden, Studenten im Rahmen von Master- und Promotionsarbeiten auszutauschen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Nachwuchsförderung für die Wasserwirtschaft gerade in Deutschland von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus ist das erklärte gemeinsame Ziel, die bereits bestehende gute Zusammenarbeit im Rahmen von Forschungsprojekten weiter auszubauen. Schwerpunkte sind hier Arbeiten zur Wasserversorgung und Abwasserbehandlung sowie die Erarbeitung von Konzepten und Techniken für den Krisenfall. An zentraler Stelle steht hier insbesondere die noch bessere Vernetzung auf Europäischer Ebene zur erfolgreichen Positionierung für Europäische Forschungsvorhaben und Ausschreibungen.



Bild 5: Feierliche Unterzeichnung der Vereinbarung über zur intensiven Zusammenarbeit

Vom 1. September bis 31. Dezember 2012 war Frau Carmen Valls von der Universität Girona (Spanien) im Rahmen ihrer Doktorarbeit in der Abteilung Analytik und Wasserbeschaffenheit des TZW tätig.

Im Auftrag von PUB (Public Utilities Board), Singapurs nationaler Wasserbehörde, begutachteten im Zeitraum vom 01. bis 05.10.2012 Frau Dr. Haist-Gulde und Herr Dr. Stauder von der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit des TZW drei Wasserwerke in Singapur. Dabei bestand die Aufgabe darin, Aktivkohleanwendungen zu optimieren, Flockungs- und Filtrationsprozesse zu verbessern sowie Vorschläge für eine verbesserte Aufbereitung zur Entfernung von Geruchs- und Geschmacksstoffen zu unterbreiten. Es zeigte sich, dass in den Wasserwerken zwar ein hoher Wirkungsgrad bei der Partikelentfernung erreicht wird. Allerdings wird dieser Erfolg durch sehr hohe Zugabemengen an Aufbereitungsstoffen und kurzen Filterstandzeiten erkauft. Unter maßgeblicher Mitwirkung der TZW-Experten wurde am 04.10.12 ein Workshop zu den Grundlagen der Aktivkohlefiltration und der modernen Filtration durchgeführt. Es ist vorgesehen, nach den Empfehlungen des TZW eine Pilotanlage zu errichten, um dort optimale Parameter für die Großanlagen zu ermitteln.



Bild 6: Teil einer Trinkwasseraufbereitungsanlage in einem Wasserwerk in Singapur

7. Kurzfassungen von ausgewählten F&E-Vorhaben, die im Jahr 2012 abgeschlossen wurden

7.1. Vermeidung organoleptischer Beeinträchtigungen des Trinkwassers durch aminosäurebürtigen DOC

Ziel des durch den DVGW, die ATT und fünf Wasserversorgungsunternehmen durchgeführten Forschungsvorhabens (Förderkennzeichen 7/02/08) war die Ermittlung der Ursachen, die zu einem als „muffig“ beschriebenen Geruch des Trinkwassers beim Kunden führen.

Im Forschungsvorhaben wurde die Annahme verfolgt, dass eine Reaktion von ubiquitär vorkommenden freien Aminosäuren (AS) mit dem Desinfektionsmittel Chlor stattfindet und diese Reaktion zur Bildung von Produkten führt, die Gerüche aufweisen.

Sowohl in den Rohwässern (25-33 µg/L freie AS in der Summe) als auch in den Wässern nach einzelnen Aufbereitungsstufen und in Reinwässern nach einer Desinfektion (12-18 mg/L) sowie in Netzproben (vergleichbar mit Reinwasser) wurden in allen drei untersuchten Wasseraufbereitungsanlagen freie AS nachgewiesen. Dabei zeigte sich, dass im Zuge der Aufbereitung grundsätzlich eine leichte Abnahme der freien Aminosäurekonzentration stattfindet. Im Ablauf einzelner biologisch arbeitender Filter (meist Aktivkohlefilter) war jedoch ein Anstieg der Aminosäurekonzentrationen festzustellen. Eine Reaktion der AS mit Chlor, wenn dieses für die abschließende Desinfektion eingesetzt wird, ist damit sehr wahrscheinlich. Die AS Serin, Glycin und Alanin traten in den untersuchten Proben mit den höchsten Konzentrationen (µg/L-Bereich) auf. Ihre Dominanz zeigte sich besonders in den Reinwässern.

In Laborversuchen, bei denen das Geruchsbildungsvermögen von AS sowie Peptiden und Proteinen bei unterschiedlichen Chlor- und Stickstoffkonzentrationen untersucht worden ist, konnte gezeigt werden, dass die AS ein sehr unterschiedliches Geruchsbildungsvermögen aufweisen. Der Geruch wird zudem vom Chlor-Stickstoff-Verhältnis, der Reaktionszeit und der absoluten Menge des eingesetzten Chlors beeinflusst. Im Ergebnis der Versuche lassen sich die untersuchten proteinogenen AS in eine Untergruppe mit deutlicher Geruchsrelevanz und eine Untergruppe mit geringerer Geruchsrelevanz einteilen. Besonders Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Valin, Methionin, Prolin, Ornithin, Cystein und Lysin bilden in Modelllösungen nach der Chlorung markante Gerüche aus. In natürlichen Wasserproben rufen diese AS häufig bereits ab Konzentrationen von < 5 µg/L Gerüche hervor, wenn Chlor als Desinfektionsmittel eingesetzt wird. Dabei ist die Intensität des gebildeten Geruchs proportional zur Konzentration der jeweiligen AS sowie des zudosierten Chlors. Die AS Serin, Glycin, Alanin, Threonin, Tyrosin und Tryptophan haben einen geringen Einfluss auf die Ausbildung von Geruch. Da das Konzentrationsverhältnis der AS zueinander in

den untersuchten Wasserproben relativ konstant ist, kann bei einem Anstieg der Gesamtkonzentration an AS auch mit einem Anstieg der Konzentration geruchsrelevanter AS gerechnet werden (z. B. nach Algenblüten in Talsperren). Peptide und Proteine weisen im Vergleich zu AS ein deutlich geringeres Geruchsbildungsvermögen auf. Der Einsatz von Chlordioxid, als Alternative zu Chlor, zeigt bei vielen AS eine geringere Geruchsbildung. In Einzelfällen treten aber recht ähnliche Gerüche auf (z. B. bei Valin, Leucin, Phenylalanin). Dies ist entweder auf die Bildung nicht-chlorierter Nebenprodukte als Folge der Oxidation oder aber auf die Anwesenheit von Chlor in der Chlordioxidstammlösung zurückzuführen.

Die Aufklärung des Reaktionsweges ergab, dass Chlor an die Aminogruppe angelagert wird. Im Ergebnis bilden sich Chloramine, Chlorimine, Aldehyde und Nitrile. Aldehyde und Nitrile wurden bereits in der Vergangenheit mehrfach für auftretende Geruchsprobleme verantwortlich gemacht. Sie weisen recht niedrige Geruchsschwellenkonzentrationen auf, die auch bei der Chlorung amionsäurehaltigen Reinwassers auftreten können. Die ebenfalls geruchsaktiven Chloramine und Chlorimine sind thermisch sehr instabil und daher analytisch nur schwer fassbar. Ihr routinemäßiger Nachweis ist nicht möglich.

Zur Vermeidung von Geruchsproblemen im desinfizierten Wasser lassen sich aus den Ergebnissen dieses Projekts folgende Hinweise ableiten:

- Im Falle eines häufigeren Auftretens von Geruchsbeanstandungen sollte die Konzentration freier AS im Reinwasser vor der Desinfektion bestimmt werden. Für den Fall, dass die Konzentration freier AS für die Einzelsubstanz bei ≥ 5 $\mu\text{g/L}$ liegt, sollte die Quelle des AS-Eintrags ermittelt werden, um Möglichkeiten der Verringerung der AS-Konzentration im Reinwasser zu überprüfen (z.B. Veränderung des Entnahmehorizontes in Talsperrenwasserwerken, intensive Spülung biologisch arbeitender Filter).
- Grundsätzlich kann eine Begrenzung des Chloreinsatzes zu einer Verringerung der Geruchsbildung führen. Vielfach hilft, soweit ohne Gefährdung der Desinfektion möglich und unter Berücksichtigung der standortspezifischen Gegebenheiten, eine Verringerung der Chlordosis, um den Geruch zu vermeiden. Eine Alternative zur Chlorung ist die Desinfektion unter Einsatz von Chlordioxid bzw. die UV-Desinfektion.
- Die Auffälligkeiten sollte die Minimierung einer Nachchlorung im Netz, soweit im Einzelfall möglich, geprüft werden, besonders wenn die Konzentration an freien Aminosäuren auf der Fließstrecke ansteigt.

7.2. Enterokokkenbelastungen im Trinkwasser - Ursachenanalyse

Im Zeitraum von Oktober bis Dezember 2011 traten in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg großflächige Belastungen des Trinkwassers mit Enterokokken auf. Die von den Versorgungsunternehmen durchgeführten üblichen Maßnahmen führten häufig zu keiner Beseitigung der Belastung. Zur Klärung der Ursachen wurde im Zeitraum 12/2011 bis 03/2012 durch das TZW ein DVGW-Forschungsprojekt (Förderkennzeichen W3/01/11) bearbeitet. Hauptziele waren die Ursachenanalyse des großflächigen Auftretens der Belastung, die Erarbeitung von Informationen zur Verbesserung der Bewertung des mikrobiologischen Parameters Enterokokken und die Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung einer Trinkwasserbelastung. Die Ergebnisse des Projektes sind von erheblicher praktischer Relevanz, da seitens der Wasserversorgungsunternehmen und Gesundheitsbehörden Unsicherheiten im Umgang mit den Befunden, zu effizienten technischen Maßnahmen sowie der Kommunikation mit der Öffentlichkeit vorlagen.

Im Ergebnis des Forschungsprojektes zeigte sich, dass Mücken für die großflächige Belastung des Trinkwassers mit Enterokokken verantwortlich waren. Ursache war das Eindringen der Insekten in wasserwirtschaftliche Anlagen und hierbei insbesondere in die Behälter. Die umfangreiche Untersuchung von Mücken aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands zeigte bei etwa 50 % eine mittlere Belastung mit ca. 100.000 Enterokokken/Individuum. Die Identifizierung der Enterokokken aus Mücken sowie Isolaten von Wasserproben aus betroffenen Bereichen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg mittels PCR, führte in allen Fällen zu nur einer einzigen Spezies aus der *E. faecalis*-Gruppe. Neben den Enterokokken wurden in den Mücken auch coliforme Bakterien detektiert, wobei die Belastungen geringer waren und unterschiedliche Spezies vorlagen. Weitere hygienisch relevante Bakterien, wie Salmonellen oder *Campylobacter*, wurden in den Mücken nicht gefunden

Wesentliche Schlussfolgerungen des Projektes sind:

- Die Hinweise des DVGW-Regelwerkes, insbesondere für den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung von Wasserbehältern sind umzusetzen.
- Moderne mikrobiologische Untersuchungsmethoden, wie die PCR, sind wichtige Werkzeuge zur Prozessaufklärung.

7.3. Wärmeträgerfluide in der Geothermie: Exemplarische Gefährdungsabschätzung anhand von Strukturaufklärung, Abbaubarkeit und Toxizität

Die Nutzung der Erdwärme zur Klimatisierung (Beheizen und/ oder Kühlen) von Gebäuden hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes sind daher neben dem Potential dieser erneuerbaren Energiequelle auch ihre möglichen Risiken für die Grundwasserqualität und Trinkwassergewinnung zu bewerten. Insbesondere ist noch zu wenig über die möglichen Einflüsse der eingesetzten Wärmeträgerfluide auf das Grundwasser bekannt. Zur Beurteilung einer möglichen Grundwasser-Gefährdung durch die bei oberflächennahen Geothermie-Projekten verwendeten Wärmeträgerfluiden erfolgte daher im Rahmen des DVGW-Projektes W1/01/09 eine Gefährdungsabschätzung von neun Wärmeträgerfluiden anhand ihrer chemischen Zusammensetzung, biologischen Abbaubarkeit sowie Ökotoxizität.

Mit umfangreicher chemischer Analytik wurde die Zusammensetzung der Formulierungen ermittelt. Eine mögliche Grundwasser-Gefährdung kann gegebenenfalls von dem hohen Organik-Gehalt (hohe Sauerstoffzehrung) und persistenten Einzelstoffen wie z.B. den Triazolen ausgehen.

Die Geschwindigkeit des biologischen Abbaus hing stark von der eingesetzten Konzentration und/ oder der Mikroflora im jeweiligen Versuchsmedium ab. In unbelastetem Grundwasser konnte nur geringfügiger Abbau beobachtet werden. Versuche mit Belebtschlamm (Startkonzentration: 30 mg/L und 100 mg/L DOC) sowie mit Grundwasser und Sediment von einem Altlastenstandort (Startkonzentration: 10 mg/L DOC) zeigten hingegen eine hohe Elimination von 70 – 95 %.

Die Toxizität der Formulierungen im Leuchtbakterienhemmtest und im Fischeitest war gegenüber den Grundsubstanzen Mono-Ethylen/ Propylen-Glycol deutlich erhöht.

Bei der weiteren Nutzung der geothermischen Energiegewinnung sollten mögliche Auswirkungen auf die Grundwasserqualität in die ökologisch-ökonomische Nutzen-Analyse sowie in die behördlichen Entscheidungen über die Rahmenbedingungen einer Zulassung einer Erdwärmenutzung einbezogen werden. Die Trinkwasserversorgung sollte immer Vorrang vor der Nutzung des Grundwassers als Energiequelle haben.

7.4. Entwicklung eines elektrochemisch-mikrobiologischen Verfahrens zur Eliminierung von Arzneimittelrückständen bei der Abwasserbehandlung

Das in Kooperation mit DECHEMA durchgeführte AIF-Forschungsvorhaben befasste sich mit der Entwicklung eines neuartigen Verfahrens zur Elimination von pharmazeutischen Spurenstoffen aus Abwasser. Hierbei wird die Adsorption an Aktivkohle mit der anschließenden elektrochemischen Desorption und dem elektrochemischen Abbau der Arzneimittel kombiniert.

Fünf Arzneimittel wurden untersucht. Der elektrochemische, oxidative Abbau der Substanzen konnte gezeigt werden und für das Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure auch der reduktive Abbau. Der Einsatz einer bordotierten Diamant-Elektrode (BDD) ist für den Abbau stabiler Verbindungen unverzichtbar. Die Aufkonzentrierung der Substanzen bewirkt eine höhere Stromausbeute und ist somit energetisch günstiger. Alle untersuchten Substanzen werden an Aktivkohle adsorbiert, wobei die Adsorption an polarisierter Aktivkohle schneller erfolgt, als an nicht polarisierter. Die Desorption der adsorbierten Substanzen erfolgt bei negativer Polarisierung der Aktivkohle. Ionische, wie nicht-ionische Substanzen werden bei negativer Polarisierung desorbiert. Eine technische Zelle wurde entwickelt. Kombinierte Adsorption-Desorption ist in dieser Zelle möglich, wobei bis zu 65% der Substanzen desorbiert werden. Die Desorption erfolgt schneller als die Adsorption, sodass die Adsorption in diesem Verfahren den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt darstellt. Der Abbau-mechanismus von Amidotrizoesäure wurde untersucht. Es findet eine stufenweise reduktive Dehalogenierung statt.

7.5. Entwicklung einer neuen Strategie zur Emissions- und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz

Das vom badenova-Innovationsfonds geförderte Forschungsprojekt „Entwicklung einer neuen Strategie zur Emissions- und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz“ wurde im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Im Projekt wurden die Möglichkeiten überprüft, die sich ergeben, wenn die Überwachung gebietstypisch repräsentativer Ackerflächen mit periodischen Bodenbeprobungen durch eine ganzjährige, begleitende Modellierung des Stickstoffhaushalts ergänzt wird. Mit regional angepassten Simulationsansätzen des Agrarökosystemmodells Expert-N und mit Hilfe des Auswaschungsmodells INVAM wurden dazu für die im Wasserschutzgebiet Hausen an der Möhlin (südlich Freiburg) relevanten Kulturarten Saat- und Körnermais, Sommer- und Wintergetreide, Früh- und Spätkartoffel, Spargel, Erdbeeren und einige Zwischenfrüchte die Nitratauswaschung bilanziert. In Kombination mit einem geeigneten Regionalisierungsansatz und entsprechenden Auswertungswerkzeugen zur Übertragung der gebietstypischen Kennwerte auf das Gesamtgebiet wurde dadurch eine innovative Methodik zur Emissions- und Erfolgskontrolle für die Wasserwirtschaft geschaffen.

Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, sind die größten Unterschiede im Nitrataustrag der Projektflächen durch den Einfluss der Kulturarten und Fruchtfolgen bedingt. Das Reduktionspotential der N-Auswaschung einer Fruchtfolge hängt dabei von der absoluten N-Auswaschung, den Einsparmöglichkeiten und dem Flächenanteil ab.

Als Fruchtfolgen bzw. Kulturarten mit hohem Reduktionspotential wurden für das Projektgebiet, das innerhalb des WSG Hausen liegt, aufgrund der hohen N-Auswaschung Feldsalat nach Winterweizen bzw. Frühkartoffel, Erdbeeren und Spargel sowie aufgrund der großen Anbaufläche Körnermais und Saatmais (zusammen 61,3% der landwirtschaftlichen Nutzfläche) identifiziert.

Eine Ausweitung überproportional auswaschungswirksamer Fruchtfolgen ist aus Gewässerschutzsicht kritisch zu sehen, da dies – die gleiche Flächenbewirtschaftung angenommen - zu einer Zunahme der Nitrateinträge insgesamt führen würde. Andererseits ist zu vermuten, dass gerade bei den Kulturen mit flächenspezifisch hohen N-Auswaschungen im Hinblick auf die Nitrateinträge noch ein hohes Reduzierungspotential vorhanden ist. Durch Bewirtschaftungs- oder Fruchtfolgeänderungen bei wenigen Flächen wäre dann auch eine deutliche Reduzierung des Gesamtpotentials zur erreichen.

Die vorliegende Studie stellt die Bedeutung und den Mehrwert eines kombinierten Ansatzes aus Messungen einerseits und flächenbegleitenden Simulationen mit Expert-N und INVAM andererseits heraus. Beide Simulationsmethoden zeigen, dass die üblichen Herbstkontrollen alleine keine befriedigende Auskunft über die Auswaschung während des vegetationsfreien Zeitraums und im gesamten Jahresverlauf geben.

Für den Wasserversorger resultieren aus dem Projekt insbesondere deutlich verbesserte, quantitative Aussagen über den Anteil einzelner Nutzungen bzw. Fruchtfolgen an der gesamten Nitratauswaschung im Projektgebiet sowie die Gewinnung kultur- und gebietsspezifischer Informationen, die für Empfehlungen zur Düngung, Fruchtfolge und/oder Bewirtschaftung herangezogen werden können.

7.6. Bedeutung von Bioziden für die Trinkwasserversorgung

In einem DVGW-Forschungsvorhaben (Förderkennzeichen W3/01/09) wurde der aktuelle Stand der Biozid-Zulassung beleuchtet und die bislang zugelassenen oder sich noch in der Zulassung befindlichen Biozid-Wirkstoffe hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Trinkwasserversorgung beurteilt. Die Abbildung fasst die gewählte Vorgehensweise zusammen, um aus den zum 31.12.2011 auf europäischer Ebene notifizierten 249 Biozid-Wirkstoffen eine Prioritätenliste aus Sicht der Trinkwasserversorgung mit insgesamt 24 Stoffen zu erstellen.

Als Ergebnis der Studie wurden 24 Biozid-Wirkstoffe als potentiell bedeutsam für die Trinkwasserversorgung eingestuft: Cyclohexylhydroxydiazin-1-oxid, Kaliumsalz (K-HDO), Biphenyl-2-ol, Natriumdimethylarsinat, Thiabendazol, Diuron, Cyanamid, Methylisothiocyanat (Hydrolyseprodukt von Dazomet), Tolyfluanid, Dichlofluanid, 2-Methyl-2H-isothiazol-3-on (MIT), Coumatetralyl, Carbendazim, Chloralose, Isoproturon, Azamethiphos, Ethyl-N-acetyl-N-butyl-beta-alaninat, Tebuconazol, 2-Butylbenzo[d]isothiazol-3-on (BBIT), Imidacloprid, Thiamethoxam, Imiprothrin, Clothianidin, Cyproconazol und Thiacloprid. Zwölf dieser 24 Biozid-Wirkstoffe hatten zum 31.12.2011 bereits eine Zulassung für mindestens eine Produktart erhalten, für die restlichen zwölf Wirkstoffe steht diese Entscheidung noch aus.

Für die 24 Biozid-Wirkstoffe wird empfohlen, die Datenbasis hinsichtlich der Kriterien, die für eine Beurteilung der Trinkwasserrelevanz im Rahmen der vorliegenden Studie herangezogen wurden, zu verbessern. Dies betrifft insbesondere Informationen zu Produktions- oder Verbrauchsmengen – vorzugsweise auf Deutschland bezogen – und Daten zu Stoffeigenschaften, insbesondere zur mikrobiellen Abbaubarkeit unter umweltrelevanten Bedingungen. Anhand der verbesserten Datenbasis kann dann eine genauere Beurteilung der Bedeutung einzelner Wirkstoffe für die Trinkwasserversorgung vorgenommen werden als dies in der vorliegenden Studie der Fall war.

Darüber hinaus sollten für die prioritären Wirkstoffe analytische Verfahren bereitgestellt werden, mit denen das Vorkommen dieser Stoffe in den Gewässern untersucht werden kann. Die Anforderungen an die Analyseverfahren sollten sich dabei an den Kriterien der Trinkwasserverordnung für die Bestimmung des Parameters „Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und Biozidprodukt-Wirkstoffe“ orientieren. Die Analyseverfahren sollten dann angewendet werden, um Informationen zum Vorkommen der prioritären Biozid-Wirkstoffe in den Gewässern, insbesondere in Wasserressourcen, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, zu sammeln. Diese Untersuchungen sollten ergänzt werden durch Messungen und gegebenenfalls Laborversuche, in denen das Verhalten der Wirkstoffe bei der Trinkwasseraufbereitung studiert wird. Erst durch diese ergänzenden Untersuchungen wird es möglich sein, die Bedeutung der in dieser Studie ausgewählten Biozid-Wirkstoffe für die Trinkwasserversorgung abschließend beurteilen zu können.

Die genannten Empfehlungen beziehen sich vorrangig auf die zwölf Biozid-Wirkstoffe, die zum 31.12.2011 bereits für mindestens eine Produktart zugelassen waren. Gleichzeitig muss aber auch das Zulassungsverfahren weiter verfolgt werden, um neu zugelassene Biozid-Wirkstoffe zeitnah hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Trinkwasserversorgung beurteilen zu können.

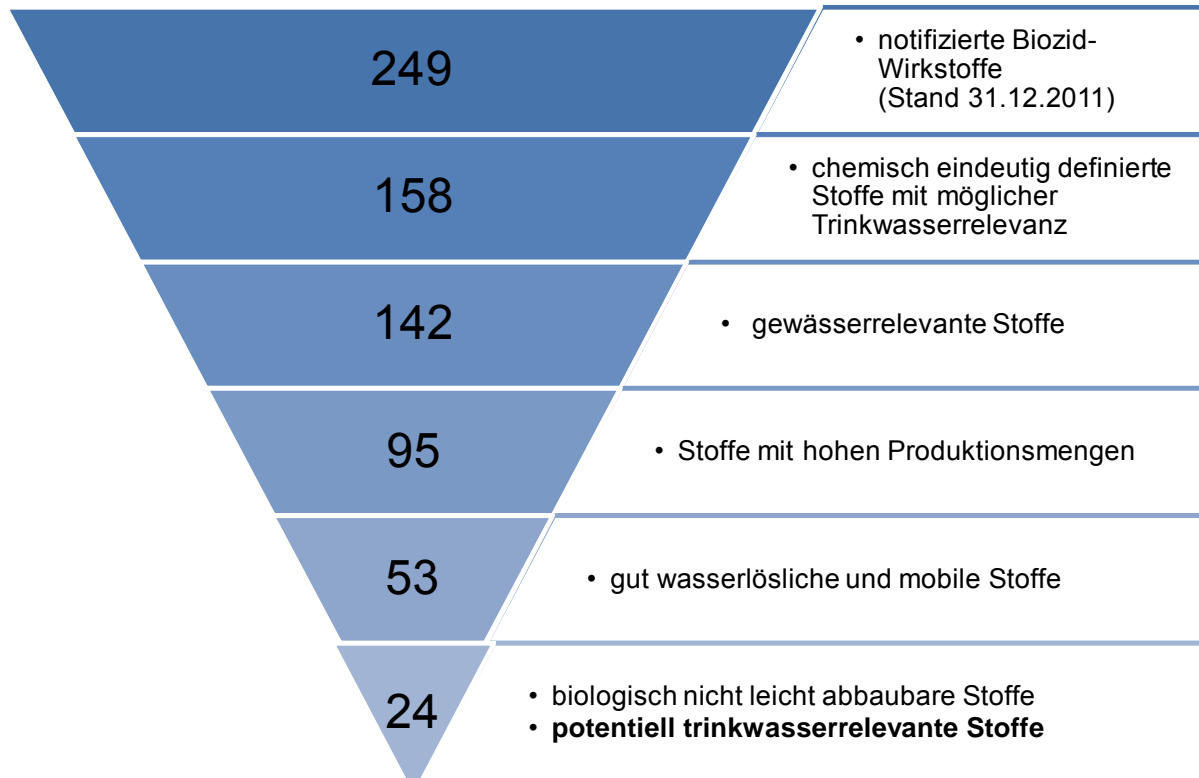


Bild 7: Vorgehensweise bei der Priorisierung der Biozid-Wirkstoffe aus Sicht der Trinkwasserversorgung

8. Kurzfassungen von ausgewählten internen 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. Entwicklung einer Multi-Methode zur Bestimmung von organischen Spurenstoffen aus Abwasser und Oberflächenwasser

Im Rahmen eines Forschungsaufenthalts einer spanischen Doktorandin von der Universität Girona wurde ein Analysenverfahren entwickelt, das die simultane Bestimmung von insgesamt 35 organischen Spurenstoffen aus verschiedensten Anwendungsgebieten ermöglicht. Ziel war es, durch ein einfaches analytisches Verfahren eine Vielzahl an Stoffen aus Wasserproben mit geringem Aufwand bestimmen zu können, ohne dass die Qualität der Analytik darunter leidet. Die Grundlagen für die Methodenentwicklung wurden während des drei-monatigen Aufenthalts der spanischen Studentin erarbeitet, die Methodvalidierung erfolgte durch Mitarbeiter des TZW.

Als Ergebnis der Forschungsarbeit wurde ein Analyseverfahren erhalten, das die simultane Bestimmung der Arzneimittelwirkstoffe und -metabolite Sotalol, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Acetylsulfamethoxazol, Carbamazepin, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, Diclofenac, Bezafibrat, Ibuprofen, Hydrochlorothiazid, Lamotrigin, Gabapentin, 4-Formylaminoantipyren, 4-Acetylaminoantipyren, Iopromid, Iomeprol, Iohexol, Iopamidol und Amidotrizoessäure, der Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol, 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol und der PSM-Wirkstoffe und -metabolite Atrazin, Simazin, Desethylatrazin, Terbutylazin, Diuron, Isoproturon, Chlortoluron, Metazachlor, Chloridazon, Metolachlor-C- und -S-metabolit sowie Metazachlor-C- und -S-metabolit ermöglicht. Das Verfahren basiert auf einer Festphasenanreicherung von 50 mL Wasserprobe auf einem Polymermaterial. Nach Elution der Zielverbindungen erfolgt deren Bestimmung mittels Flüssigchromatographie und Tandem-Massenspektrometrie. Die chromatographischen Trennbedingungen wurden ebenso wie die Detektionsparameter optimiert, um einen selektiven und empfindlichen Nachweis zu ermöglichen. Mit dem entwickelten Verfahren lassen sich alle Spurenstoffe in Abwässern und Oberflächenwässern bis zu Konzentrationen von 0,01 µg/L sicher bestimmen.

8.3. Optimierung der Detektion von nanoskaligen Partikeln mittels laserinduzierter Break-down-Detektion (LIBD)

Im Rahmen einer Promotionsarbeit wurde die LIBD-Methode optimiert, um Partikel im Größenbereich von 20 - 100 nm erfassen zu können. Mithilfe eines Hochleistungslasers sind jetzt Informationen sowohl über die Partikelgröße als auch über die Partikelkonzentration verfügbar. Die LIBD ist derzeit noch nicht kommerziell erhältlich.

Erste Untersuchungsergebnisse zu den Partikelgehalten in verschiedenen Rohwässern wurden erhalten. Des Weiteren wird derzeit das Verhalten von Nanopartikeln in der Trinkwasseraufbereitung eingehend untersucht.

8.4. Entwicklung und Optimierung einer HPLC/MS-Methode zur Detektion und Quantifizierung von Fullerenen

Fullerene sind organische Nanomaterialien, die gezielt industriell produziert werden, aber auch unbeabsichtigt bei anthropogenen und natürlichen Prozessen wie Verbrennungsvorgängen entstehen können. Fullerene sind sphärische Moleküle aus reinem Kohlenstoff (z.B. C₆₀ oder C₇₀), die aus 5 und 6 Ecken bestehen („Fußballmolekül“). Aufgrund ihrer speziellen chemischen und physikalischen Eigenschaften werden sie zunehmend für den Einsatz in biomedizinischen, kosmetischen oder industriellen Anwendungen interessant. Auch bei der Wasserdesinfektion könnten sie zukünftig wegen ihrer anti-mikrobiellen Eigenschaften eingesetzt werden.

Ziel der Arbeiten war es, eine analytische Methode zur Detektion und Quantifizierung von C₆₀- und C₇₀-Fullerenen zu entwickeln und die Fullerene aus wässrigen Proben möglichst selektiv und sensitiv zu detektieren. Die Detektion und Quantifizierung erfolgt massenspektrometrisch (MS) nach flüssigchromatographischer (LC) Auftrennung. Die hinsichtlich Trennleistung, Signalform und Sensitivität besten Ergebnisse wurden bei Verwendung von APCI in Kombination mit einem Gemisch aus Toluol/Methanol als Laufmittel erzielt. Die im Massenspektrum am häufigsten auftretenden Molekülionen sind sowohl für die ESI- als auch die APCI-Ionisierung die einfach negativ geladenen Monomere der Fullerene. Auch oxidierte Fullerene und weitere Produkte aus der Reaktion mit dem Lösungsmittel konnten nachgewiesen werden.

Mit der entwickelten Methodik sollen Fulleren-Konzentrationen in Rohwasserressourcen und deren Verhalten bei der Trinkwasseraufbereitung untersucht werden.

8.5. Ozonung von PSM-Metaboliten am Beispiel von Desphenylchloridazon

Im Rahmen einer Promotionsarbeit sollten die Reaktionsmechanismen, Oxidationsprodukte und Reaktionspfade der Ozonung von Desphenylchloridazon in der Trink-

wasseraufbereitung untersucht werden. Bekannt war, dass Desphenylchloridazon (Metabolit des Herbizid Chloridazon) sehr rasch mit Ozon unter den Bedingungen der Trinkwassertozonung reagiert. Ziel der Arbeit war unter anderem aufzuklären, ob möglicherweise kritische Oxidationsprodukte gebildet werden können. Für die Ozonversuche wurden verschiedene Wässer, Ozondosen und Desphenylchloridazon-Konzentrationen eingesetzt. Durch die Kombination verschiedener analytischer Techniken wie Flüssigchromatographie und ESI-Q-ToF sowie von GC/MS und ionenchromatographischen Verfahren konnten eine Vielzahl von unterschiedlich polaren Oxidationsprodukten detektiert und identifiziert werden. Als erstes und wichtigstes Oxidationsprodukt wurde 6-Azurazil identifiziert, welches mit überschüssigem Ozon zu weiteren Verbindungen wie Oxamidsäure, Oxalsäure etc. reagiert. Unter den Bedingungen der oxidativen Trinkwasseraufbereitung mit Ozon konnte lediglich 6-Azurazil mit einem Umsatz von maximal 2 % als Zwischenprodukt gefunden werden, das jedoch mit weiterem Ozon zu unkritischen Transformationsprodukten umgesetzt wird.

8.6. Versuche zur Anreicherung von mikrobiologischen Verunreinigungen in Realwässern über cross-flow-Ultrafiltration

In Rohwässern zur Trinkwassergewinnung in Deutschland ist die Konzentration von Krankheitserregern und Indikatoren in der Regel sehr gering, wenn überhaupt vorhanden. Um eine quantitative Risikoabschätzung zu ermöglichen, wäre es jedoch wünschenswert, auch solche, sehr geringe Kontaminationen quantifizieren zu können. Versuche zur Anreicherung großer Volumina (20 L) über cross-flow-UF (Hemoflow) waren bereits im Jahr 2010 begonnen und im Jahr 2011 weitergeführt worden. Im Jahr 2012 wurden damit große Volumina von Realwässern (Trinkwasser, Uferfiltrate) untersucht (100 L). Die Nachweisgrenze lässt sich damit um den Faktor 100 erniedrigen.

8.7. Identifizierung von Bakterien durch PCR und Sequenzierung

Nachdem sich die molekularbiologische Identifizierung von coliformen Bakterien mittels PCR-Amplifikation und anschließender DNA-Sequenzermittlung des 16S rRNA-Gens bereits in der Praxis bewährt hat, wurde diese Methode auch auf andere Bakteriengruppen ausgeweitet und etabliert. Neben coliformen Bakterien können nun auch weitere hygienisch-relevante Bakteriengruppen (z. B. Enterokokken, Pseudomonaden, Aeromonaden) mit molekularbiologischen Methoden identifiziert werden. Die eindeutige Identifizierung eines hygienisch-relevanten Bakteriums kann z. B. bei der Ursachenforschung im Falle eines Nachweises im Leitungsnetz oder der Trinkwasser-Installation hilfreich sein.

8.8. Untersuchungen zur Prüfung von UV-Sensoren zur Überwachung von UV-Desinfektionsanlagen

Im Zuge der Überarbeitung des DVGW Arbeitsblattes W 294 Teil 3 (Messfenster und Sensoren zur radiometrischen Überwachung von UV-Desinfektionsgeräten – Anforderungen, Prüfung und Kalibrierung) zur Prüfung von UV-Sensoren für den Einsatz in UV-Desinfektionsanlagen soll ein Prüfaufbau entwickelt werden, der es ermöglicht Sensoren geräteunabhängig zu prüfen. Hierzu laufen in der Abteilung Prüfstelle Wasser und Korrosion Untersuchungen, um einen solchen Prüfaufbau in der Form zu konstruieren, damit auch Parameter wie Winkelabhängigkeit, Linearität sowie Temperaturabhängigkeit der Sensoren im Prüfprozedere mit erfasst werden können. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen anschließend direkt in das Arbeitsblatt W 294 einfließen.

8.9. Internationale Bestandsaufnahme zum Verhalten und Beständigkeit von Rohrleitungsmaterialien

Die Global Water Research Coalition ist ein weltumspannender Zusammenschluss von namhaften Forschungseinrichtungen aus den verschiedenen Kontinenten. Aktuell zählt die GWRC 13 Mitglieder. Einer der aktuellen Forschungsschwerpunkte beschäftigt sich mit Fragestellungen rund um Rohre und Rohrverbindungen. Hierzu zählen nicht nur die hygienischen Anforderungen sondern auch die mechanische Langzeitstabilität, die insbesondere bei organischen Werkstoffen auch durch die Umgebungsbedingungen sowie die Wasserbeschaffenheit beeinflusst werden können. Erfahrungen in anderen Ländern bei hohen Temperaturen und Desinfektionsmittelgehalten zeigen dies. Im Rahmen von Workshops und Literaturlauswertung wird das aktuelle Wissen gebündelt, um die notwendigen Forschungsbedarfe zu identifizieren. Die Koordination und Literaturlauswertung erfolgte hier federführend durch das TZW.

Anlage

Publikationen

1. *Aktas, Ö.; Schmidt, K. R.; Mungenast, S.; Stoll, C.; Tiehm, A.*: Effect of chloroethene concentrations and granular activated carbon on reductive dechlorination rates and growth of *Dehalococcoides* spp. *Bioresource Technology* 103, 286-292 (2012)
2. *Bergmann, A.; Bi Y., Chen, L.; Floehr, T.; Henkelmann, B.; Holbach, A.; Hollert, H.; Hu, W.; Kranzioch, I.; Klumpp, E.; Küppers, S.; Norra, S.; Ottermanns, R.; Pfister, G.; Roß-Nickoll, M.; Schäffer, A.; Schleicher, N.; Schmidt, B.; Scholz-Starke, B.; Schramm, K.-W.; Subklew, G.; Tiehm, A.; Temoka, C.; Wang, J.; Westrich, B.; Wilken, R.-D.; Wolf, A.; Xinag, X.; Yuan, Y.*: The Yangtze-Hydro Project: a Chinese-German environmental program. *Environmental. Science and Pollution Research* 19(4): 1341-1344 (2012)
3. *Bockhorn, H.; Frimmel, F.; Klinger, J.; Kolb, T.*: Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe (TZW) im Jahre 2011. *gwf-Wasser|Abwasser* 153/07-08, 850-854, Fortsetzung aus *gwf-Wasser|Abwasser* 153/6, 724–733 (2012)
4. *Brauch, H.-J.; Fleig, M.; Schmitt, M.*: Wesentliche Ergebnisse aus dem ARW-Untersuchungsprogramm 2011. 68. ARW-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 11-66 (2012)
5. *Fischer, T. Kiefer, J.*: Die Rohwasserdatenbank Wasserversorgung als Instrument für den Ressourcenschutz. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 17-36 (2012)
6. *Fleig, M.; Brauch, H.-J.*: Aktuelle Ergebnisse aus dem AWBR-Untersuchungsprogramm 2011. 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 43-82 (2012)
7. *Gaza, S.; Tiehm, A.; Kushmaro, A.*: Enhancement of complex halogenated organic compounds biodegradation in industrial wastewater. In: *Proceedings 12th Status Seminar of German-Israeli Cooperation in Water Technology Research*, 17-18 October 2012, Haifa, Israel: 10 pages (2012)
8. *Grübel, A.; Schmidt, W.*: Geruchsprobleme bei aminosäurehaltigem DOC. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 99-114 (2012)
9. *Haist-Gulde, B.; Baldauf, G.*: Anforderungen an Kornaktivkohlen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 115-128 (2012)

10. *Haist-Gulde, B.; Baldauf, G.; Schönfeld, R.; Raiser, J.*: Synthetische Adsorbentien zur Entfernung von organischen Spurenstoffen. DVGW energie | wasser-praxis 10/2012, 8-10 (2012)
11. *Haist-Gulde, B.; Riegel, M.; Baldauf, G.*: Einsatz beladener Aktivkohlen aus der Trinkwasseraufbereitung zur weitergehenden Abwasserbehandlung. gwf-Wasser|Abwasser 153/5, 592-601 (2012)
12. *Hambsch, B.*: Vorkommen und Nachweis von Mikroorganismen und Viren in Roh- und Trinkwässern. 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 157-172 (2012)
13. *Hambsch, B.; Bösl, M.; Eberhagen, I.; Müller, U.*: Removal of bacteriophages with different surface charges by diverse ceramic membrane *materials in pilot spiking* tests. Water Science and Technology, 66.1:151-157 (2012)
14. *Hambsch, B.; Korth, A.; Petzoldt, H.*: Occurrence and growth of coliform bacteria in drinking water distribution systems. In: D. Kay and C. Fricker (Eds.) The significance of faecal indicators in water: a global perspective. Royal Society of Chemistry Publishing, London, pp. 38-46 (2012)
15. *Hambsch, B.; Kreißel, K.*: Elimination von Viren durch Filtrationsverfahren. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 37-52 (2012)
16. *Happel, O.; Brauch, H.-J.; Schmidt, C. K.; Kramer, M.*: Transformation von *N,N*-Dimethylsulfamid bei der Chlor-Desinfektion. DVGW energie|wasser-praxis 11/2012, 48-52 (2012)
17. *Happel, O.; Brauch, H.-J.; Schmidt, C. K.; Kramer, M.*: Untersuchungen zur Umsetzung von *N, N*-Dimethylsulfamid (DMS) durch Desinfektionsmaßnahmen mit Chlor. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser, Band 54, ISSN 1434-5765 (2012)
18. *Happel, O.; Mertineit, S.; Brauch, H.-J.*: Online-Sensor zur Überwachung der Wasserbeschaffenheit auf organische Verbindungen. Vom Wasser 110/3, 63-110 (2012)
19. *Happel, O.; Mertineit, S.; Brauch, H.-J.; Krieg, G.; Fey, D.; Coric, D.; Walter M.*: Online-Sensorsystem zur Überwachung der Wasserbeschaffenheit auf organische Verbindungen Mitt Umweltchem Ökotox 2012, 18(3) 66-69 (2012)

20. *Heck, L.; Zawadsky, C.; Moldaenke, C.; Tiehm, A.*: Assessment of toxic substances with *Daphnia magna* and biodegradation tests. In: Proceedings of Water Contaminations Emergencies Conference (WCEC5), 19-21 November 2012, Mülheim an der Ruhr: Abstract P05 (2012)
21. *Hügler, M.; Böckle, K.; Eberhagen, I.; Thelen, K.; Beimfohr, C.; Hambsch, B.*: Detection and quantification of *E. coli* and coliform bacteria in water samples with a new method based on fluorescence in situ hybridisation. In: D. Kay and C. Fricker (Eds.) The significance of faecal indicators in water: a global perspective. Royal Society of Chemistry Publishing, London, pp. 123-130 (2012)
22. *Hügler, M.; Hambsch, B.*: Möglichkeiten und Grenzen des Indikatorsystems. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 53-72 (2012)
23. *Kellermann, C.; Selesi, D.; Lee, N., Hügler, M.; Esperschütz, J.; Hartmann, A.; Griebler, C.*: Microbial CO₂ fixation potential in a tar-oil contaminated porous aquifer. FEMS Microbiology Ecology, 81:172-187 (2012)
24. *Kiefer J., Fischer T., Sturm S., Kollotzek D.*: Aufbau der bundesweiten Rohwasserdatenbank Wasserversorgung (RWDB). Abschlussbericht zu den DVGW-Forschungsvorhaben W 1/02/09. TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hrsg.): Aktuelle Themen im Grundwasserschutz. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe; 52, ISSN 1434-5765, 1-40. (2012)
25. *Kiefer J., Sturm S., Eichhorn E., Kollotzek D., Werner G.*: Machbarkeitsstudie zum "Aufbau einer bundesweiten Grundwasserdatenbank Wasserversorgung". Auszüge aus dem Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W 1/01/07. TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hrsg.): Aktuelle Themen im Grundwasserschutz. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe; 52, ISSN 1434-5765, 44-124. (2012)
26. *Kiefer J.*: Nutzung von Bioenergie versus Gewässerschutz. In: Wasserversorgung und Energie – Nutzungskonflikte, Management und Technik zur Optimierung der Energieeffizienz – 26. Trinkwasserkolloquium am 16. Februar 2012. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 209, 29 – 38 (2012)
27. *Kiefer, J.*: Anforderungen an die Biogaserzeugung aus Sicht des Gewässerschutzes. DVGW energie|wasser-praxis 5/2012, 10-15 (2012)
28. *Kiefer, J.*: Anforderungen an eine Gewässerschützende Bioenergieproduktion. In: Wasser 2012 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, 99 – 102, ISBN 978-3-936028-71-3 (2012)

29. *Kiefer, J.*: Anforderungen an eine Gewässerschützende Biogasproduktion – Aktuelle Ergebnisse von DVGW-Vorhaben. europ. Spezial Gas- und wasserfachliche Aussprachetagung, wat 24. Bis 25. September 2012, Tagungsband 2012, 50 (2012)
30. *Kiefer, J.; Fischer, T.*: 20 Jahre Grundwasserdatenbank Wasserversorgung – Belastung der Rohwässer Baden-Württembergs mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln. Fachbeitrag zum Jahresbericht der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV). Online verfügbar unter: http://www.grundwasserdatenbank.de/bilder/pdf/FachbeitragTZW_2011.pdf
31. *Kiefer, J.; Fischer, T.; Sturm, S.*: Inbetriebnahme der bundesweiten Rohwasserdatenbank Wasserversorgung. DVGW energie | wasser-praxis 3/2012, 36-40 (2012)
32. *Klinger, J.*: Topqualität in der Trinkwasseraufbereitung darf und muss international vermarktet werden! gwf-Wasser|Abwasser 153/07-08, 741 (2012)
33. *Kranzioch, I.; Tiehm, A.*: Assessment of pollutant biodegradation at the three gorges dam, China. International Journal of Water Management “bluefacts”, 70-75 (2012)
34. *Kranzioch, I.; Holbach, A.; Chen, H.; Wang, L.; Zheng, B.; Norra, S.; Bi, Y.; Schramm, K.-W.; Tiehm, A.*: Anaerobic dechlorination and microbial community dynamics in Yangtze sediment samples. In: Proceedings of the Workshop on Processes in the Yangtze River System – 10th Anniversary of Sino-German Cooperation, September 22-23, Shanghai, China: 54 (2012)
35. *Kreißel, K.; Bösl, M.; Lipp, P.; Franzreb, M.; Hamsch, B.*: Study on the removal efficiency of UF membranes using bacteriophages in bench-scale and semi-technical scale: Water Science & Technology 66(6), 1195-1202 (2012)
36. *Lange, F. Th.; Scheurer, M.; Brauch, H.-J.*: Artificial sweeteners – a recently recognized class of emerging environmental contaminants: a review. Anal Bioanal Chem 403: 2503-2518 (2012)
37. *Lange, F. Th.; Scheurer, M.; Storck, F. R.; Brauch, H.-J.*: Künstliche Süßstoffe als Abwasserindikatoren und Vorläuferverbindungen von Ozonungsnebenprodukten. DVGW energie | wasser-praxis 10/2012, 18-22 (2012)
38. *Lengger, S.; Pei, L.; Otto, J.; Schneider, O.; Hauke, F.; Heese, C.; Tiehm, A.; Fleischer, J.; Schechter, I.; Armon, R.; Niessner, R.; Seidel, M.*: Progresses in techniques for rapid microbiological water quality monitoring. In: Proceedings 12th Status Seminar of German-Israeli Cooperation in Water Technology Research, 17-18 October 2012, Haifa, Israel: 10 pages (2012)

39. *Lipp, P.*: Entfernung von Mikroorganismen und Viren bei der Trinkwasseraufbereitung. 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 173-186 (2012)
40. *Lipp, P.; Groß, H.-J.; Tiehm, A.*: Improved elimination of organic micropollutants by a process combination of membrane bioreactor (MBR) and powdered activated carbon (PAC). *Desalination and Water Treatment* 42, 65-72, April (2012)
41. *Lipp, P.; Groß, H.-J.; Tröster, M.; Riegel, M.; Baldauf, G.*: Characterization of low-pressure membranes according to nanoparticle removal. Ed. M. Jekel. Proceedings of the International Conference on particle separation, Berlin. 212-213 (2012)
42. *Löhner, H.; Ocker, E.; Müller, U.*: Erfahrungen beim Betrieb einer neu errichteten Anlage zur zentralen Trinkwasserenthärtung mittels Membrantechnik. *DVGW energie|wasser-praxis* 12/2012, 47-51 (2012)
43. *Michel, A.; Brauch, H.-J.; Worch, E.; Lange, F. T.*: Development of a liquid chromatography tandem mass spectrometry method for trace analysis of trisiloxane surfactants in the aqueous environment: An alternative strategy for quantification of ethoxylated surfactants. *Journal of Chromatography A*, 1245, 46– 54 (2012)
44. *Michel, A.; Worch, E.; Brauch, H.-J.; Lange, F. T.*: A method for trace analysis of trisiloxane surfactants in aqueous environmental samples, *Wasser* 2012, Jahrestagung der GDCh-Fachgruppe Wasserchemische Gesellschaft, Kurzreferate 175-179 (2012)
45. *Mosbach, C.; Petri, M.; Meyer, J.; Schick, R.; Fleig, M.; Sacher, F.*: Limnologischer Zustand des Bodensees im Überlinger Seeteil in den Jahren 2007 bis 2011 - Chemische Parameter, Phytoplankton und Spurenstoffe. 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 83-100 (2012)
46. *Müller, A.; Augenstein, T.; Tiehm, A.*: Entwicklung und Umsetzung eines MNA-Konzeptes an einem Teeröl-kontaminierten Standort. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Band 51, ISSN 1434-5765 (2012)
47. *Müller, A.; Salowsky, H.; Zawadsky, C.; Tiehm A.*: NSO-Heterozyklen – Analytik, Vorkommen, Abbauverhalten. In: Gefährdungsabschätzung Bodengewässer, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, BEW Kurs Nr. A557, Duisburg, 22. Mai 2012: 9 Seiten (2012)

48. *Müller, A.; Salowsky, H.; Zawadsky, C.; Tiehm, A.*: NSO-Heterozyklen – Analytik, Vorkommen, Abbauverhalten. In: Altlasten und Schadensfälle – Neue Entwicklungen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Flörsheim, 23./24. Mai 2012: 9 Seiten (2012)
49. *Müller, A.; Salowsky, H.; Tiehm, A.*: NSO-Heterozyklen beim MNA und ENA an Teeröl-kontaminierten Standorten. In: Kursunterlagen zum Seminar 08/2012 „Natural Attenuation (NA) in der Praxis der Altlastenbearbeitung“, Fortbildungsverband Boden und Altlasten Baden-Württemberg, Karlsruhe 06. Nov. 2012: 3/1-3/8 (2012)
50. *Mungenast, S.; Kranzioch, I.; Schmidt, K.R.; Tiehm, A.*: Chloroethenes in a historical context: From recalcitrance to complete mineralization. In: Biospektrum, Tagungsband zur VAAM-Jahrestagung, Tübingen 18.-21. März 2012: 74 (2012)
51. *Peddinghaus, S.; Brinkmann, M.; Bluhm, K.; Sagner, A.; Hinger, G.; Braunbeck, T.; Eisenträger, A.; Tiehm, A.; Hollert, H.; Keiter, S. H.*: Quantitative assessment of the embryotoxic potential of NSO-heterocyclic compounds using zebrafish (*Danio rerio*). *Reproductive Toxicology* 33, 224-232 (2012)
52. *Pei, L.; Rieger, M.; Lengger, S.; Ott, S.; Zawadsky, C.; Hartmann, N. M.; Selinka, H.-C.; Tiehm, A.; Niessner, R.; Seidel, M.*: Combination of Crossflow Ultrafiltration, Monolithic Affinity Filtration, and Quantitative Reverse Transcriptase PCR for Rapid Concentration and Quantification of Model Viruses in Water. *Environmental Science & Technology* 46, 10073–10080 (2012)
53. *Preuß, G.; Berkhoff, S.; Schmidt, N.; Tiehm, A.*: Künstliche Grundwasseranreicherung und Uferfiltration. In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 121-136 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 133-150 (2012)
54. *Preuß, G.; Tiehm, A.*: Mikrobiologische Methoden. In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 192-216 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 206-233 (2012)

55. *Preuß, G.; Zawadsky, C.; Tiehm, A.:* Pathogene Organismen. In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 83-91 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 91-100 (2012)
56. *Riegel, M.:* Chancen der Nanotechnologie für die Trinkwasserversorgung. 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 147-156 (2012)
57. *Riegel, M.:* Schutz der Trinkwasserversorgung vor CBRN-Bedrohungsszenarien. DVGW energie | wasser-praxis 3/2012, 50-51(2012)
58. *Riegel, M.; Käser, G.; Korth, A.; Deuerlein, J.:* Comprehensive drinking water supply risk assessment in respect to CBRN threats. Water Security & Emergency Preparedness Conference, 09. – 11. September, St. Louis (2012)
59. *Sacher, F.; Thoma, A.:* Bedeutung von prioritären Bioziden für die Trinkwasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 73-88 (2012)
60. *Scheurer, M.; Godejohann, M.; Wick, A.; Happel, O.; Ternes, T.; Brauch, H.-J.; Ruck, W.; Lange, F.T.:* Structural elucidation of main ozonation products of the artificial sweeteners cyclamate and acesulfame, Environmental Science and Pollution Research 19: 1107-1118 (2012)
61. *Scheurer, M.; Happel, O.; Brauch, H.-J.; Ruck, W. K. L.; Lange, F. T.:* Struktur- aufklärung von Oxidationsprodukten der beiden künstlichen Süßstoffe Acesulfam und Cyclamat. Wasser 2012. Jahrestagung der GDCh-Fachgruppe Wasserchemische Gesellschaft, Kurzreferate, 42-46 (2012)
62. *Scheurer, M.; Michel, A.; Brauch, H.-J.; Ruck, W.; Sacher, F.:* Occurrence and fate of the antidiabetic drug metformin and its metabolite guanylurea in the environment and during drinking water treatment. Water Research 46, 4790-4802 (2012)
63. *Scheurer, M.; Sacher, F.:* Das Antidiabetikum Metformin und sein Metabolit Guanylharnstoff – Vorkommen und Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. 68. ARW-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 109-124 (2012)
64. *Schmidt, K. R.; Augenstein, T.; Betting, D.; Peterwitz, U.; Hollert, H.; Conrad, R.; Tiehm, A.:* Geothermie-Wärmeträgerfluide und Grundwasserschutz. DVGW energie | wasser-praxis 9/2012, 52-55 (2012)

65. *Schmidt, K. R.; Augenstein, T.; Betting, D.; Tiehm, A.*: Wärmeträgerfluide in der Geothermie. Exemplarische Gefährdungsabschätzung anhand von Strukturaufklärung, Abbaubarkeit und Toxizität. TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hrsg.): Aktuelle Themen im Grundwasserschutz. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe; 52, ISSN 1434-5765, 127-191 (2012)
66. *Schmidt, K. R.; Tiehm, A.*: Geothermie und Grundwasserschutz. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 1-16 (2012)
67. *Schmidt, K. R.; Kranzioch, I.; Heidinger, M.; Ertl, S.; Tiehm, A.*: Assessment of chloroethene biodegradation in the subsurface by microbiological, molecular and isotopic tools. In: Abstracts (CD) of the European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2012, Vienna Apr 26-30 2012, Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012-9397 (2012)
68. *Schmidt, K. R.; Stoll, C.; Kranzioch, I.; Kraffert, C.; Simon, V.; Tiehm, A.*: Bestimmung des Standort-spezifischen Abbaupotentials mit molekularbiologischen Methoden (PCR). In: Kursunterlagen zum Seminar 08/2012 „Natural Attenuation (NA) in der Praxis der Altlastenbearbeitung“, Fortbildungsverband Boden und Altlasten Baden-Württemberg, Karlsruhe 06. Nov. 2012: 7/1-7/7 (2012)
69. *Schmidt, N.; Lipp, P.; Sacher, F.; Tiehm, A.*: Wassermanagement im Jordantal. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 139-149 (2012)
70. *Stauder, S.; Stevanovic, Z.; Richter, Ch.; Milanovic, S.; Tucovic, A.; Branislav Petrovic, B.*: Evaluating Bank Filtration as an Alternative to the Current. Water Supply from Deeper Aquifer: A Case Study from the Pannonian Basin, Serbia. *Water Resour Manage* 26:581–594 (2012)
71. *Stoll, C.; Sidhu, J. P. S.; Tiehm, A.; Toze, S.*: Prevalence of Clinically Relevant Antibiotic Resistance Genes in Surface Water Samples Collected from Germany and Australia. *Environmental Science & Technology* 46, 9716-9726 (2012)
72. *Storck, F. R.; Brauch H.-J.*: Belastung der Donau und einiger ihrer Zuflüsse mit organischen Spurenstoffen. In: Abstracts of the Annual Meeting of the Water Chemical Society: Kurzreferate, Wasser 2012, 14.-16.05.2012, Neu-Ulm, Wasserchemische Gesellschaft - Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.(ed.), Berlin, 125-128. ISBN 978-3-936028-71-3 (2012)
73. *Storck, F. R.; Schmidt C. K.; Lange F. T.; Henson J. W.; Hahn K.*: Factors controlling micropollutant removal during riverbank filtration. *Journal American Water Works Association (AWWA)* 104(12), pp. 35-36, Expanded Summary, Print-Ausgabe (2012)

74. *Storck, F. R.; Schmidt, C. K.; Lange, F. T.; Henson, J. W.; Hahn, K.:* Factors controlling micropollutant removal during riverbank filtration. *Journal - American Water Works Association (AWWA)* 104(12), E643-E652 (online-Ausgabe) (2012)
75. *Storck, F. R.; Schmidt, C. K.; Wülser, R.; Alewell, C.:* Fate of iodinated X-ray contrast media in a soil column percolation experiment simulating elevated dissolved organic carbon (DOC) by amendment of saccharose. 6th SETAC World Congress/SETAC Europe 22nd Annual Meeting, 20.-24.05.2012, Berlin, Abstract Book, Society of Environmental Toxicology and Chemistry Europe (SETAC Europe) (ed. & pub.), Brussels, 348 (2012)
76. *Storck, F. R.; Schmidt, C. K.; Wülser, R.; Brauch, H.-J.:* Effects of boundary conditions on the cleaning efficiency of riverbank filtration and artificial groundwater recharge systems regarding bulk parameters and trace pollutants. *Water Science & Technology* 66(1), 138-144 (2012)
77. *Storck, F. R.; Skark, C.; Remmler, F.; Zullei-Seibert, N.; Brauch, H.-J.:* Eignung von Acesulfam als Tracer für die Quantifizierung von Oberflächenwassereinfluß in Uferfiltrat. In: Abstracts of the Annual Meeting of the Water Chemical Society: Kurzreferate, Wasser 2012, 14.-16.05.2012, Neu-Ulm, Wasserchemische Gesellschaft - Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.(ed.), Berlin, 419-423. ISBN 978-3-936028-71-3 (2012)
78. *Storck, F. R.:* Acesulfam als Abwassertracer. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 89-98 (2012)
79. *Storck, F. R.; Skark, C.; Remmler, F.; Zullei-Seibert, N.; Brauch, H.-J.:* Eignung von Acesulfam als Tracer für die Quantifizierung von Oberflächenwassereinfluss in Uferfiltrat. *Vom Wasser* 110, 3, 63-110 (2012)
80. *Teutenberg, T.; Kanukollu, S.; Mungenast, S.; Tiehm, A.; Schwartz, T.:* Population analysis and Fluorescence in situ Hybridisation of aerobic chloroethene degrading bacteria. In: Biospektrum, Tagungsband zur VAAM-Jahrestagung, Tübingen 18.-21. März 2012: 215 (2012)
81. *Thoma, A.; Sacher, F.:* Studie zur Bedeutung von Bioziden für die Trinkwasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser, Band 53, ISSN 1434-5765 (2012)
82. *Tiehm, A.; Arndt, H.; Bendinger, B.; Gierig, M.; Griebl, C.; Guderitz, I.; Hahn, H.-J.; Marxsen, J.; Preuß, G.; Richter, S.; Schlosser, D. (Hrsg.):* Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5, Hennef, 237 Seiten (2012) DVGW-Information Wasser Nr. 75,

- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504, Bonn, 254 Seiten (2012)
83. *Tiehm, A.; Marxsen, J.; Augenstein, T.; Schlosser, D.:* Biologische Prozesse und Nahrungsgefüge. In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 92-110 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 101-121 (2012)
 84. *Tiehm, A.; Schmidt, K.:* Bakterieller Abbau von Schadstoffen an kontaminierten Standorten. In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 137-152 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 150-166 (2012)
 85. *Tiehm, A.; Schmidt, N.; Lipp, P.; Zawadsky, C.; Marei, A.; Seder, N.; Ghanem, M.; Paris, S.; Zemann, M.; Wolf, L.:* Consideration of emerging pollutants in groundwater-based reuse concepts. *Water Science & Technology* 66(6), 1270-1276 (2012)
 86. *Tröster, M.:* Nachweis und Charakterisierung von aquatischen Nanopartikeln mittels Laser-induzierter Breakdown-Detektion (LIBD). 43. AWBR-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, 133-146 (2012)
 87. *Turković, R.:* Güteüberwachung von Kunststoffrohren. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 55, ISSN 1434-5765, 129-138 (2012)
 88. *Turković, R.; Schmidt, M.:* Korrosionsschäden an metallenen Bauteilen in der Trinkwasser-Installation. *DVGW energie | wasser-praxis* 6/2012, 10-13 (2012)
 89. *Wickert, F.; Schmidt, K. R.; Tiehm, A.:* LCKW-Verteilung, Redoxparameter und mikrobiologischer Abbau im Porengrundwasserleiter des Oberrheingrabens bis 50 m Tiefe, dargestellt an einem Fallbeispiel. *altlasten spektrum* 5 (2012)
 90. *Wricke, B.:* Anforderungen an die Reinigung und Desinfektion von Trinkwasser-Installationen. *Wat + gat Spezial*, DVGW energie|wasser-praxis 09/2012, 128 (2012)
 91. *Wülser, R.; Eggers, J.; Hambsch, B.:* Desinfektion mit UV statt Chlordioxid. *Aqua & Gas*, Nr.3, 46-53 (2012)

-
92. *Zawadsky C.; Tiehm A.: Viren.* In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DWA-Themen T5/2012 (237 Seiten), DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN 978-3-942964-42-5: 29-38 (2012); und In: Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen, DVGW-Information Wasser Nr. 75, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., ISSN 0176-3504: 33-43 (2012)