DVGW

Eine Einrichtung
des DVGW

TZW

Technologiezentrum
Wasser

www.tzw.de

# Jahresbericht 2019

## Annual report 2019

# Editorial

## Liebe Leserin, lieber Leser,

während dieses Vorwort entsteht, prägt die Corona-Pandemie und ihre Folgen unsere Wirtschaft und unsere Gesellschaft. Viele erkennen in der Krise, wie wichtig eine sichere Versorgung mit Trinkwasser und die zuverlässige Entsorgung der Abwässer ist. Auch bei der Wiederaufbaustrategie wird eine zukunftsfähige Infrastruktur und innovative Technik eine wichtige Rolle einnehmen.

Dieser Jahresbericht bietet einen Überblick über die Tätigkeiten des TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser und wirft einen Blick zurück auf die wesentlichen Themen und Projekte des vergangenen Jahres. Er erscheint ab jetzt in einem neuen, aufgewerteten Design und zweisprachig, da das TZW intensiv in internationale Forschungs- und Wissenscluster eingebunden ist.

In allen unseren Forschungs- und technisch-wissenschaftlichen Beratungsprojekten arbeiten wir am TZW mit vollem Engagement für das Zukunftsthema Wasser. Die Wasserversorgungsunternehmen stehen vor großen Herausforderungen. Der Klimawandel und zunehmende Extremereignisse haben uns 2019 stark beschäftigt. Dieses Themenfeld wird auch in Zukunft hohe Relevanz haben. Um eine nachhaltige Wasserversorgung mit jederzeit ausreichenden Mengen und bester Wasserqualität sicherzustellen, sind besondere Anstrengungen und Investitionen notwendig. Das TZW hat dazu gemeinsam mit Wasserversorgungsunternehmen unterschiedlicher Größe Strukturkonzepte auch im Auftrag der Landesministerien erstellt. Damit zeigen wir unseren Kunden Optionen für eine zukunftsfeste Wasserversorgung auf. Innovative Hilfsmittel wie die Künstliche Intelligenz und andere digitale Werkzeuge konnten in mehreren Forschungsprojekten erprobt werden.

Gemeinsam mit Kunden aus der Wasserversorgung und der Industrie, mit Projektpartnern und befreundeten Institutionen konnten wir im Jahr 2019 spannende und erfolgreiche Projekte durchführen. Dafür danke ich Ihnen im Namen des TZW-Teams und freue mich auf die kommenden Aufgaben.

Ihr Dr. Josef Klinger

## Dear reader,

while this preface is being written, the Corona pandemic and its consequences are shaping our economy and our society. In this crisis, many recognise the importance of a secure supply of drinking water and the reliable disposal of waste water. A sustainable infrastructure and innovative technology will certainly also play an important role in the recovery strategy.

This annual report provides an overview of the activities of the TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser (German Water Centre) and looks back at the main topics and projects of the past year. From now on, it will appear in a new, upgraded design and in bilingual form because TZW is strongly integrated into international research and knowledge clusters.

In all our research and technical-scientific consulting projects, we at TZW are fully committed to water – a key topic for the future. Water supply companies are facing great challenges. Climate change and increasing extreme events kept us very busy in 2019. This topic will continue to be highly relevant in the future. Special efforts and investments are necessary to ensure a sustainable water supply with sufficient quantities and best water quality at all times. For this purpose, together with water supply companies of different sizes, TZW has developed structural concepts, also on behalf of the state ministries. This enabled us to open up options for a future-proof water supply to our customers. Innovative tools such as artificial intelligence and other digital tools were tested in several research projects.

Together with our customers from water supply and industry, with project partners and institutions, we were able to carry out exciting and successful projects in 2019. On behalf of the TZW team I would like to thank you for this and am looking forward to the tasks ahead.

Yours Dr. Josef Klinger

# Inhalt

Index

## 1 TZW


Profil / Profile . . . 6
Organisation / Organisation . . . 7
Daten und Zahlen / Facts and figures . . . 8
International . . . 10


## 2 Lösungen / Solutions


Wasseranalytik / Water analysis . . . 14
Aufbereitungstechnologien / Treatment technologies . . . 14
Netzmanagement und Trinkwasserinstallation / Network management and drinking water installations . . . 14
Altlasten / Contaminated sites . . . 14
Prüfung von Geräten und Armaturen / Testing of products and devices . . . 15
Stoffe und Mikroorganismen / Micropollutants and microorganisms . . . 15
Risikomanagement / Risk managament . . . 15


## 3 Arbeitsgebiete / Fields of activity


Ressourcenschutz / Resource protection . . . 17
Umweltbiotechnologie / Environmental biotechnology . . . 19
Wasseranalytik / Water analysis . . . 21
Spurenstoffe / Micropollutants . . . 23
Mikroorganismen / Microorganisms . . . 25
Abwasser und Wasserkreislauf / Wastewater and water cycle . . . 27
Neue Technologien und Produkte / New technologies and products . . . 29
Asset-Management und Infrastruktur / Assetmanagement and infrastructure . . . 32
Sicherheit, Digitalisierung und Management / Safety and security, digitalisation and management . . . 35


## 4 Projekte / Projects


Belastung mit Bioziden / Contamination with biozides . . . 38
Nutzung von Wasserrückständen / Use of water residues . . . 39
Online-Erfassung von Fäkalpigmenten / Online detection of faecal pigments . . . 40
Legionellen im Kaltwasser / Legionella in cold water . . . 41
Wirkungsbezogene Analytik / Effect-based analysis . . . 42
Entfernung von Chromat / Removal of chromate . . . 43
Neue Methoden für Grundwasseranalytik / New methods for groundwater analysis . . . 44
Optimierung von Untergrundpassagesystemen / Optimisation of subsurface treatment systems . . . 45
Mikroplastik im Wasserkreislauf / Microplastics in the water cycle . . . 46
Mit BTEX/AKW-Aromaten verunreinigte Standorte / Sites contaminated with BETX/AHC aromatics . . . 47
Antibiotikaresistente Krankheitserreger in Rohwässern / Antibiotica-resistant pathogens in raw water . . . 48
Parametrisierung des Grundwasser-Ökosystems / Indicator parameters of groundwater ecosystems . . . 49
Prüfstand für LED Desinfektionsgeräte / Test bench for LED disinfection devices . . . 50


## 5 Anhang / Annex

# TZW

**Forschen, beraten und prüfen: Das sind die Grundlagen für zukunftsfähige Lösungen. Als kompetenter Partner stehen wir unseren Kunden aus der Wasserversorgung, der Industrie, Behörden und Hochschulen zur Seite und erarbeiten gemeinsam Konzepte für die Zukunft. Das TZW ist Teil nationaler und internationaler Netzwerke von Wasserexperten.**

**Research, consulting and testing: Those are the bases for sustainable solutions. As a qualified partner, we support our customers from the water supply sector, industry, public authorities and universities and jointly work out concepts for the future. TZW is part of national and international networks of water experts.**

# Profil

## Dem Zukunftsthema Wasser auf den Grund gehen

### To get to the bottom of water

**Am TZW:** DVGW-Technologiezentrum Wasser steht das Wasser im Mittelpunkt aller Aktivitäten. Der nachhaltige Schutz der Wasserressourcen und innovative Lösungen für die Trinkwasserversorgung und die Abwasserentsorgung sind dabei Kernelemente. Im Verbund mit international führenden Instituten der Wasserforschung versteht sich das TZW als treibende Kraft bei der Entwicklung tragfähiger Konzepte für die Zukunft der Wasserversorgung. Seine Kompetenz stützt sich auf die Ergebnisse von rund 50 Forschungsprojekten, die pro Jahr von nationalen oder internationalen Fördermittelgebern finanziert werden.

Die über 1.000 Kunden des TZW sind Wasserversorger, Industrieunternehmen, Fachbehörden und Hochschulen. Für sie entwickelt es in einem engen Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis neue und zukunftsfähige Konzepte. Die interdisziplinären Teams setzen sich aus Expertinnen und Experten aus den Bereichen Umweltbiotechnologie und Altlasten, Grundwasser und Boden, Analytik und Wasserbeschaffenheit, Technologie und Wirtschaftlichkeit, Mikrobiologie und Molekularbiologie, Wasserchemische Forschung, der Prüfstelle Wasser und Korrosion sowie Verteilungsnetze und Hausinstallation zusammen.

Rund 200 hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Fachbereichen Chemie, Biologie, Physik, Umweltwissenschaften, Verfahrenstechnik und Materialwissenschaft arbeiten in der anwendungsnahen Forschung sowie der wissenschaftlichen Beratung.

Das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser ist eine organisatorisch und haushaltstechnisch eigenständige, gemeinnützige Einrichtung des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs (DVGW). Hervorgegangen ist das TZW im Jahr 1991 aus der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des heutigen KIT der Universität Karlsruhe. Das jährliche Budget von rund 19 Mio. Euro setzt sich vor allem aus technisch-wissenschaftlichen Studien, praxisnahen Forschungsaufträgen sowie geförderten Forschungsprojekten zusammen.

**At TZW:** DVGW-Technologiezentrum Wasser (German Water Centre) water is the focus of all activities. The sustainable protection of water resources and innovative solutions for drinking water supply and waste water disposal are core elements. In cooperation with leading international water research institutes, TZW considers itself as a driving force in the development of sustainable concepts for the future of water supply. Our expertise is based on the results of almost 50 research projects annually that are funded by national or international funding bodies and agencies.

Our more than 1,000 customers come from the water supply sector, industry, authorities and universities. We develop new and sustainable concepts for them in close interaction between science and practice. Our interdisciplinary teams are experts working in the areas of environmental biotechnology and contaminated sites, groundwater and soil, analysis and water quality, technology and economics, microbiology and molecular biology, water chemistry research, the test centre and corrosion as well as distribution networks and household installations.

Approximately 200 highly qualified staff members from the specialist fields of chemistry, biology, physics, environmental science, process engineering and materials science work in application-oriented research and scientific consultation. Since its foundation in 1991, TZW has become a nationally and internationally recognised platform for an in-depth discussion on the topic of water. The annual budget of approx. 19 million euro comes primarily from research funding, practical research contracts and technical and scientific studies. TZW is part of DVGW (German Technical and Scientific Association for Gas and Water) and a non-profit and independent institution.

© shutterstock

**TZW Hauptstandort in Karlsruhe / TZW main site in Karlsruhe**

# Organisation

## Geschäftsführung CEO

**Dr. Josef Klinger**

## Stabsstellen Staff positions

Forschung national
Research national
**Dr. Uwe Müller**

Forschung international
Research international
**Dr. Julia Rinck**

Öffentlichkeitsarbeit
Public relations
**Dagmar Uhl**

## Kuratorium board of trustees

Status: 31.12.2019

Dr. Dirk Waider (Vorsitzender)
Vorstandsmitglied Gelsenwasser AG, DVGW Vizepräsident Wasser
Dr. Marie-Luise Wolff
BDEW-Präsidentin
Prof. Dr. Gerald Linke
DVGW-Vorstandsvorsitzender
Prof. Dr. Thomas Hirth
KIT-Präsident für Innovation & Internationales
Prof. Dr. Harald Horn
Leiter DVGW-Forschungsstelle Wasser am EBI des KIT
Dr. Olaf Heil
Technischer Geschäftsführer der Stadtwerke Karlsruhe GmbH
Dr. Josef Klinger
Geschäftsführer des TZW

Dipl.-Ing. Elisabeth Jreisat
Geschäftsführer Hessenwasser GmbH & Co.KG
Dipl.-Ing. Johann-Martin Rogg
badenova AG & Co.KG
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin
Geschäftsführer Vorstandsvorsitzender Ruhrverband
Ministerialdirigentin Dipl.-Ing. Elke Rosport
Abteilungsleiterin, Ministerium für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Dipl.-Ing. Walter Kling
IAWD c/o Wiener Wasserwerke
Dipl.-Geol. Christoph Jeromin
Technischer Geschäftsführer
Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung
Prof. Dr. Rudolf Irmscher
Geschäftsführer Stadtwerke Heidelberg GmbH
Dr. Peter Michalik
Technischer Geschäftsführer
Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH
Ronald Roepke
Geschäftsführer Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH
Dr.-Ing. Hermann Löhner
Werkleiter Fernwasserversorgung Franken

## Abteilungen Departments

Analytik und Wasserbeschaffenheit
Analysis and water quality
**Dr. Frank Sacher**

Technologie und Wirtschaftlichkeit
Technology and economics
**Dr. Frank Sacher**

Grundwasser und Boden
Groundwater and soil
**Joachim Kiefer**

Wasserchemische Forschung
Water chemistry research
**Dr. Marco Scheurer**

Mikro- und Molekularbiologie
Microbiology and molecular biology
**Prof. Dr. Andreas Tiehm**

Prüfstelle Wasser
Test centre water
**Dr. Josef Klinger**

Korrosion
Corrosion
**Dr. Robertino Turković**

Verteilungsnetze
Distribution networks
**Dr. Burkhard Wricke**

Verwaltung
Administration
**Thomas Maier**

## Sachgebiet Section

Trinkwassermikrobiologie
Drinking water microbiology
**Dr. Beate Hambsch**

# Daten und Zahlen

Facts and figures

Zahlen für das Jahr 2019 / numbers in 2019

**16**
Internationale Gremien /
International committees

**70**
Gruppen und Netzwerke mit TZW-Experten /
Groups and networks with TZW experts

**92**
Publikationen /
Publications

**19**
Millionen Euro Umsatz /
Million euros turnover

**300**
Teilnehmer TZW-Kolloquien 2019 /
Participants TZW colloquia 2019

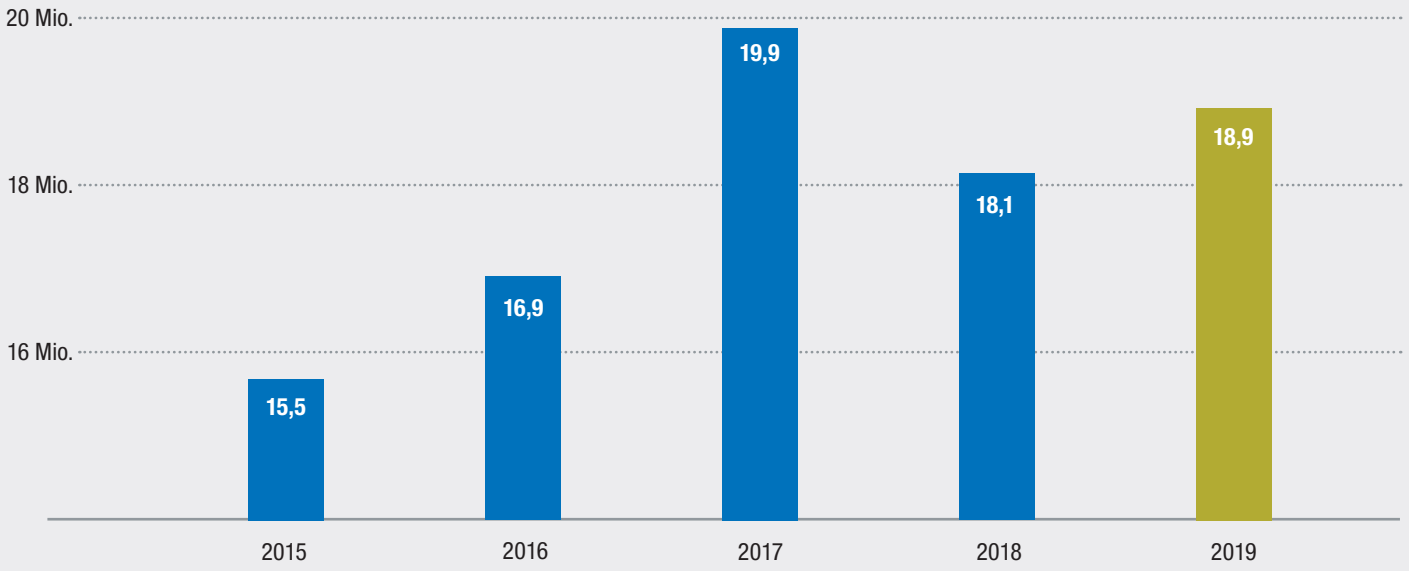
**50**
Forschungsprojekte /
Research projects

**1100**
Kunden / Customers

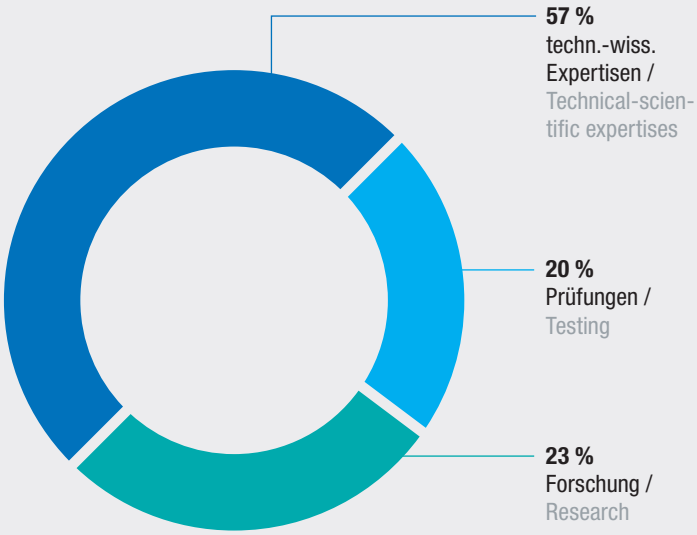
**200**
Mitarbeiter / Employees

**20.000**
Wasserproben /
Water samples

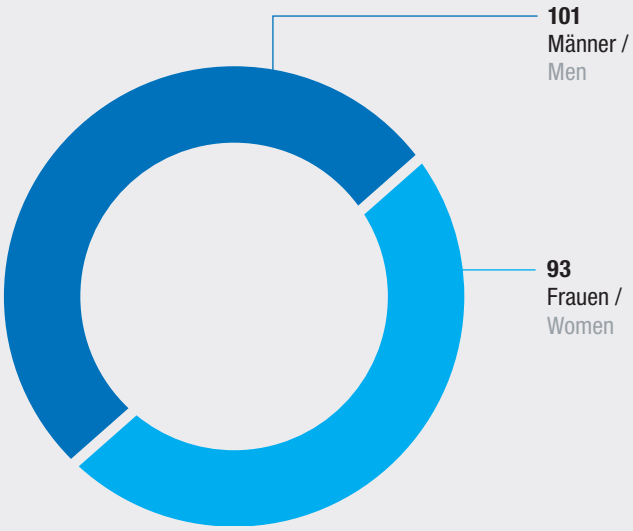
Wasser im Fokus - die Arbeitsgebiete am TZW / Water in focus - the fields of activity at TZW



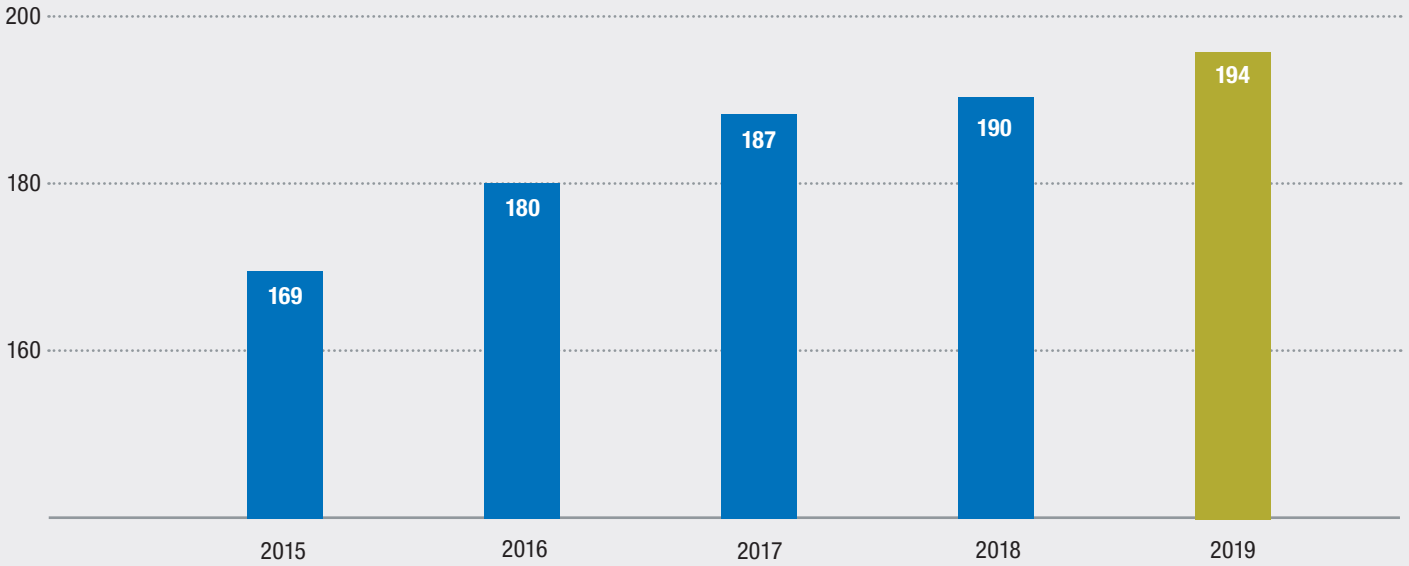

**Umsatz in Millionen Euro /** Turnover in million euro




**Mittelherkunft /** Source of funding




**Geschlechterverteilung TZW-Belegschaft /**
Gender distribution TZW-staff




**Entwicklung Mitarbeiterzahl /** Development number of employees

# International

## Wasser kennt keine Grenzen

**Water knows no borders**

Das TZW ist weltweit aktiv. Durch ein umfassendes internationales Netzwerk orientieren sich die Forschungsarbeiten am TZW nicht nur an den Bedürfnissen der deutschen Wasserversorgung. Vielmehr werden globale Entwicklungen aufgegriffen und aktiv mitgestaltet. So ist das TZW über die Global Water Research Coalition (GWRC) weltweit mit namhaften Wasserforschungseinrichtungen in einem regelmäßigen Austausch, um internationale Themen gemeinsam zu bearbeiten. Darüber hinaus arbeiten TZW-Mitarbeiter in verschiedenen internationalen Fach- und Normungsgremien. Auf europäischer Ebene sind beispielsweise Water Europe (WE) oder die Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke am Rhein (IAWR) sowie die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) zu nennen. Intensive Kooperationen werden besonders in internationalen Forschungsprojekten aufgebaut. Aktuell bearbeitet das TZW gemeinsam mit Partnern aus verschiedenen Ländern in mehreren Verbünden aktuelle Forschungsthemen. Schwerpunktregionen sind hierbei Asien, Australien, Südamerika, Israel und Europa. Darüber hinaus bestehen direkte Forschungskooperationen mit ausgewählten Einrichtungen in Amerika und Singapur. In allen Projekten steht die Entwicklung von neuen Methoden und Instrumenten für die Trinkwasserversorgung sowie der Schutz der Ressource Wasser unter besonderer Berücksichtigung des Trinkwassers im Vordergrund.

TZW is active worldwide. Based on a comprehensive international network the research work at TZW is not solely oriented towards the needs of the German water supply. Furthermore, global developments are being identified and actively shaped. Through the Global Water Research Coalition (GWRC), TZW is in regular contact with renowned water research institutions worldwide in order to work together on international topics. In addition, TZW employees work in various international technical and standardisation committees. To mention on the European level, for example, Water Europe (WE), the International Association of Waterworks in the Rhine Basin (IAWR) and the Association of Waterworks – Lake Constance/Rhine (AWBR). Intensive cooperations are being established, especially in international research projects. At present, TZW works with partners from different countries in several networks on the latest research topics with the focus regions being Asia, Australia, South America, Israel and Europe. In addition, direct research cooperations exist with selected institutions in America and Singapore. In all projects, the focus is on the development of new methods and instruments for drinking water supply as well as the protection of the resource water with special regard to drinking water.

### Eine Auswahl von internationalen Projekten aus dem Jahr 2019 veranschaulicht die zahlreichen grenzüberschreitenden Aktivitäten des TZW.

Kontaminierte Standorte beeinträchtigen das Grundwasser als wichtigste Trinkwasserressource in vielen Ländern der Erde. Leistungsfähige und kostengünstige Verfahren zur Sanierung von Boden und Grundwasser werden daher dringend benötigt. Chlorethene sind besonders toxische und weit verbreitete Schadstoffe sowohl in Deutschland als auch in Israel. Erstmals wurden vom TZW neue aerobe metabolische Abbauwege nachgewiesen, die ein großes Potenzial in der Sanierungspraxis besitzen. Im **Deutsch-Israelischen Kooperationsprojekt BioChlor** wird in Zusammenarbeit mit der Ben Gurion University (Israel) der aerobe metabolische Chlorethen-Abbau mit molekularbiologischen Methoden genauer betrachtet. Auf dieser Basis sollen neue Überwachungsmethoden sowie Bioaugmentationstechnologien für aerobe Chlorethen-Abbauer entwickelt werden.

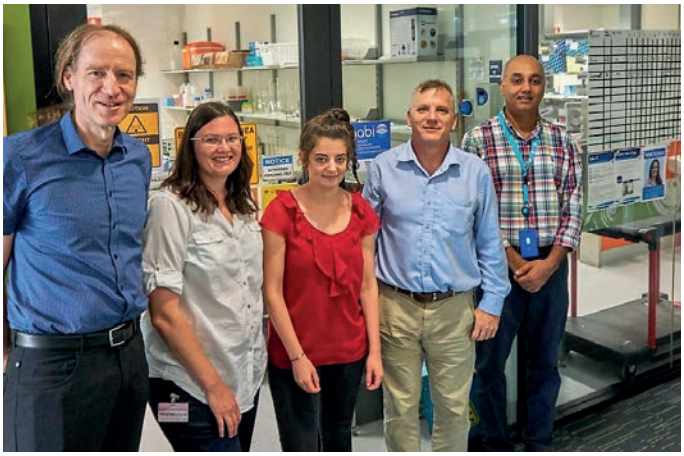
Ebenfalls mit einem israelischen Partner untersuchte das TZW in dem dreijährigen Projekt **Optimierung von Untergrundpassagesystemen anhand von neuen Indikatoren** naturnahe Abwasserbehandlungssysteme. Mit der Galilee Society aus Israel und zwei deutschen Partnern wurde das Entfernungspotenzial dieser Systeme für abwasserbürtige Spurenstoffe, Pathogene und antibiotikaresistente Keime identifiziert. Das vom BMBF geförderte Projekt wurde im Jahr 2019 erfolgreich abgeschlossen. Nähere Informationen im Abschnitt „Projekte“.

### A selection of international projects from 2019 illustrates the numerous cross-border activities of TZW.

Contaminated sites affect groundwater, one of the most important drinking water resources worldwide. Efficient and cost-effective remediation processes for the removal of pollutants from groundwater and soil are therefore urgently needed. Chloroethenes frequently contaminate groundwater in Germany and Israel. These compounds are particularly persistent and harmful, making the remediation of groundwater a complex challenge. For the first time, researchers at TZW have identified new aerobic metabolic degradation pathways that have great potential in remediation practice. In the **German-Israeli cooperation project BioChlor**, in cooperation with the Ben Gurion University (Israel), the aerobic metabolic chloroethene degradation is investigated with molecular biological methods. New monitoring methods and bioaugmentation technologies for aerobic chloroethene degraders will be developed.

Also with an Israeli partner, TZW investigated the **optimisation of underground passage systems using new indicators** for near-natural wastewater treatment systems in a three-year project. Together with the Galilee Society from Israel and two German partners, the removal potential of these systems for wastewater-borne trace substances, pathogens and antibiotic-resistant germs was identified. The BMBF-funded project was successfully completed in 2019. Further information is provided in the „Projects“ section.

**Abwasserbehandlung durch technische Feuchtgebiete in Israel**
**Wastewater treatment by constructed wetlands in Israel**



**Wissenstransfer zur Wasser-Mikrobiologie ist ein wesentlicher Baustein der deutsch-australischen Kooperation „Gabi“.**
**Knowledge transfer on water microbiology is an essential component of the German-Australian cooperation „Gabi“.**

Zunehmende Extremwetterereignisse und Umweltbelastungen gefährden weltweit das Rohwasser für die Trinkwassergewinnung. Diese globalen Herausforderungen gelten auch für das Partnerland Australien. **„Gabi – German Australian Joint Cooperation for Water Microbiology“** startete 2017 und ist eine deutsch-australische Kooperation mit dem Ziel der Optimierung und Erweiterung von Überwachungsmethoden für die Wasserqualität. Nach einer erfolgreichen ersten Phase, in der Strukturmaßnahmen wie ein gemeinsames PCR-Referenzlabor etabliert und weitere Kooperationspartner gewonnen werden konnten, geht das Projekt nun in die Konsolidierungsphase. Dabei arbeiten die Partner vertieft an Forschungsfragen rund um das Thema Wassermonitoring und bauen ein erweitertes Netzwerk im asiatisch-pazifische Raum auf.

Als Fortsetzung der Aktivitäten mit chinesischen Partnern im Projekt SIGN werden im Projekt **SIGN2 – Sino German water supply Network** die Arbeiten mit zusätzlichen Firmenpartnern fortgesetzt. Das TZW koordiniert dabei das Vorhaben mit 13 deutschen Projektpartnern. Auf chinesischer Seite arbeitet das Konsortium weiterhin vor allem mit der Tongji-Universität (Shanghai) sowie der Chinese Research Academy of Environmental Sciences (Peking) und Jiangnan University (Wuxi) sowie mehreren Wasserversorgen und Fachbehörden am Tai See zusammen. Im September 2019 besuchten die deutschen Partner mehrere chinesische Institutionen in Shanghai, Suzhou und Wuhan. Die Zusammenarbeit mit chinesischen Wasserversorgern wurde u. a. durch die Unterzeichnung zweier Kooperationsvereinbarungen weiter gestärkt. ⟶

Providing drinking water in sufficient quantity and quality is endangered by increasing extreme weather events, but also by environmental pollution. These global challenges also apply to the partner country Australia. Under the title **„gabi - German Australian Joint Cooperation for Water Microbiology“**, a German-Australian cooperation was launched in 2017 with the aim to optimize and expand monitoring methods for water quality. After a successful first phase, in which structural measures such as a joint PCR reference laboratory have already been implemented and further cooperation partners have been acquired, the project is now entering the consolidation phase. In the second phase, all partners will work on research topics related to water monitoring and will set up an expanded network in the Asia-Pacific region.

Based on the previous activities in China, the follow-up project **SIGN2 - Sino German water supply Network** strengthens the German-Chinese cooperation for clean drinking water from the source to the tap. TZW coordinates the SIGN2 project with 13 German project partners. On the Chinese side, the consortium continues to work mainly with Tongji University (Shanghai), the Chinese Research Academy of Environmental Sciences (Beijing) and Jiangnan University (Wuxi), as well as several water suppliers at Tai Lake. In September 2019, the German partners visited several Chinese research institutes and waterworks in Shanghai, Suzhou and Wuhan. The long-term cooperation with Chinese water suppliers was intensified by two additional cooperation agreements. ⟶

Im Jahr 2019 wurde der Kontakt zwischen dem TZW (Außenstelle Dresden) und der **Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) in Uppsala (Schweden)** weiter intensiviert. Ein Gastwissenschaftler der SLU absolvierte einen vierwöchigen Studienaufenthalt am TZW. Darüber hinaus präsentierte sich das TZW im Rahmen eines Workshops in Göteborg verschiedenen schwedischen Wasserversorgern und Universitäten. **Das EU-Austauschprogramms RISE** (Research and Innovation Staff Exchange) ermöglichte Dr. Martin Wagner vom TZW einen zweiwöchigen Aufenthalt bei KWR in den Niederlanden. Inhalte waren der intensive Austausch zu aktuellen Themen der Trinkwasserverteilung und -überwachung.

Durch den Beginn der EU-Forschungsvorhaben **FIWARE4Water sowie AquaViet** im Jahr 2019 wurden Kontakte zu verschiedenen Wasserversorgern, KMUs und Universitäten sowohl in Europa (England, Frankreich, Spanien, Niederlanden, Griechenland) als auch im außereuropäischen Raum (Vietnam) geknüpft.

Das TZW hatte im Jahr 2019 einen intensiven **Austausch mit Peru** im Rahmen des BMBF-Projektes TRUST. Hierbei wurden bei mehreren Projekttreffen in Lima neue Ansätze des Risikomanagements in der Wasserversorgung mit Sedapal, dem Wasserversorger von Lima, sowie mit Behördenvertretern erörtert. Innovative Ansätze zur Umsetzung des WSP-Konzeptes (Water Safety Plan) wurden auf der EXPO AGUA, der zentralen Messe der Wasserbranche in Peru, präsentiert. Außerdem untersuchten TZW-Mitarbeiter die Situation der Wasserversorgung von Tupicocha, einer typischen ländlichen Andenhochlandgemeinde und Modellregion im Projekt TRUST.

In 2019, the contact between TZW (Dresden Branch Office) and the **Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) in Uppsala (Sweden)** was further intensified. A visiting scientists from SLU completed a four-week research stay at TZW. Furthermore, TZW presented its manifold activities to various Swedish water utilities and universities during a workshop in Gothenburg. Within the framework of **the EU exchange program RISE** (Research and Innovation Staff Exchange) Dr. Martin Wagner (TZW, Dresden) completed a two-week stay in the Netherlands at KWR. Contents were the intensive exchange on current topics of drinking water distribution and monitoring.

Furthermore, the start of the R&D projects **FIWARE4Water and AquaViet** enabled TZW to establish contacts with various water suppliers, SMEs and universities both in Europe (England, France, Spain, Netherlands, Greece) and outside Europe (Vietnam).

TZW had an intensive **exchange with Peru** in 2019 within the framework of the BMBF project TRUST. At several project meetings in Lima, new approaches to risk management in water supply were discussed with Sedapal, the water supplier of Lima, and with representatives of the authorities. Innovative approaches for the implementation of the WSP concept (Water Safety Plan) were presented at the EXPO AGUA, the central fair of the water sector in Peru. Furthermore, TZW staff members investigated the water supply situation of Tupicocha, a typical rural Andean highland community and model region in the TRUST project.

**Sedimentationsbecken eines Wasserwerks am Tai Hu / Sedimentation basin of a waterworks at Tai Hu**

# Lösungen

Solutions

**Beraten ist erfolgreich, wenn es kompetent und partnerschaftlich erfolgt. Auf der Grundlage von aktuellen Forschungsergebnissen, technischen Regeln und praktischen Erfahrungen liefern wir umfassende, fundierte und zukunftsfähige Antworten. Als gemeinnützige und unabhängige Institution konzentrieren wir uns auf technisch und wirtschaftlich nachhaltige Lösungen.**

**Successful consulting is competent and cooperative. Founded in current research results, technical rules and practical experience, TZW delivers comprehensive, future-oriented responses. As a non-profit and independent institution, we focus on technically and economically sustainable solutions.**

2

**Kontaktieren Sie uns / Contact us**
**T** +49 721 9678-0
**E** info@tzw.de

## Wasseranalytik / Water analysis

- physikalisch-chemische und mikrobiologische Wasseruntersuchungen nach Trinkwasserverordnung, nach individuell festgelegten Monitoring-programmen und anderen rechtlich relevanten Vorgaben
- Informationen zur Analytik von neuesten Spurenstoffen
- hochmoderner Gerätepark in den akkreditierten Laboren
- Beratung durch unsere Experten zu allen Fragen der Wasseranalytik

- Physical-chemical and microbiological water testing in accordance with the German Drinking Water Ordinance, individually tailored monitoring programmes and other statutory requirements
- Information on the analysis of the most recent micropollutants
- Cutting-edge analysis equipment in our accredited laboratories
- Consulting by our experts on all questions of water analysis

## Aufbereitungstechnologien / Treatment technologies

- belastbare Strukturkonzepte für eine zukunftsfähige Trinkwasserversorgung
- Überwachung bestehender Aufbereitungsverfahren
- Optimierung von Anlagen und Verfahren nach neuesten Forschungserkenntnissen
- Qualitätssicherung durch Überprüfung der Online-Messtechnik mit UV-Sensoren
- Qualitätskontrolle von Aktivkohle und weiteren Filtermaterialien

- Resilient structural concepts for a sustainable drinking water supply
- Monitoring of existing treatment processes
- Optimisation of plants and processes according to the latest research findings
- Quality assurance by checking the online measuring technology with UV sensors
- Quality control of activated carbon and of further filter materials

## Netze und Trinkwasserverteilung / Network and drinking water installations

- Zustandsorientierte Spülung von Trinkwassernetzen
- Bewertung von Korrosionsinhibitoren
- Identifizierung mikrobiologischer Kontaminationspunkte
- Monitoring von Invertebraten
- Multikriterielle Datenanalyse
- Ursachenanalyse bei Korrosionsschäden
- wissenschaftlich-technische Begleitung bei Sanierungs-maßnahmen in Trinkwasserinstallationen

- Condition-based flushing of drinking water networks
- Assessment of corrosion inhibitors
- Identification of microbiological contamination points
- Monitoring invertebrates
- Multicriteria data analysis
- Cause analysis for corrosion damage
- Scientific-technical support for rehabilitation measures in drinking water installations

## Altlasten / Contaminated sites

- Mikrobiologische Sanierungskonzepte in der Altlastenbearbeitung
- Erarbeitung von Konzepten für monitored und enhanced natural attenuation
- Abbaubarkeit neuer Schadstoffe
- Innovative Sanierungskonzepte durch die Nutzung neuer Abbauwege
- Kombination von technischen und biologischen Methoden

- Microbiological decontamination concepts at contaminated sites
- Concept formulation for monitored and enhanced natural attenuation
- Degradability of new pollutants
- Innovative decontamination concepts by using new degradation pathways
- Combination of technical and biological methods

## Prüfung von Geräten und Armaturen / Testing of products and devices

- Prüfstelle Wasser akkreditiert nach DIN EN ISO 17025 für über 200 verschiedene Produktnormen
- maßgeschneiderte Prüfprogramme für noch nicht genormte Produkte
- hygienische Eignungsprüfung von Produkten und Materialien für den Kontakt mit Trinkwasser nach BWGL System 1+
- Prüfung von Rohren und Armaturen in der Wasserverteilung und Trinkwasser-Installation
- Prüfung von Anlagen und Geräten zur Behandlung von Trinkwasser
- Prüfung und Prüfprogramme für UV-Desinfektionsgeräte, UV-Sensoren und UV-Lampen
- Prüfung von Löschwasserarmaturen und Feuerlöscheinrichtungen

- Test centre accredited to DIN EN ISO 17025 for over 200 different product standards
- Tailor-made test programs for products not yet standardised
- Hygienic suitability testing of products and materials in contact with drinking water according to BWGL System 1+
- Tests of pipes and fittings in water distribution and drinking water installations
- Tests of installations and equipment for the treatment of drinking water
- Tests and test programs for UV disinfection devices, UV sensors and UV lamps
- Tests of fire-fighting facilities and fire-fighting equipment

## Stoffe und Mikroorganismen / Micropollutants and microorganisms

- Simulation der aeroben Uferfiltration
- Oxidative Umsetzung bei der Ozonung
- Ozonung gekoppelt mit biologisch aktiven oder sorptiven Behandlungsstufen
- Adsorptive Entfernung mittels Aktivkohle
- Bewertung mikrobiologischer Befunde im Trinkwasser und in der Trinkwasserinstallation
- Nachweis und Bewertung von Krankheitserregern
- Identifizierung und Bewertung von fäkalen Eintragsquellen (Microbial Source Tracking)
- Nachweis und Bewertung von antibiotikaresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen
- Nachweis und Bewertung von Viren

- Simulation of aerobic bank filtration
- Oxidative degradation during ozonation
- Ozonation coupled with bioactive or biosorptive treatment steps
- Adsorptive removal using activated carbon
- Assessment of microbiological findings in drinking water and in drinking water installations
- Detection and evaluation of pathogens
- Identification and assessment of faecal contamination sources (microbial source tracking)
- Detection and evaluation of antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes
- Detection and evaluation of viruses

## Risikomanagement / Risk management

- Risikomanagement nach DIN EN 15975-2
- Gewässerschutz und Landbewirtschaftung
- Grundwassermonitoring und Datenbanken
- Baumaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten
- Erstellung von mikrobiellen Maßnahmen- und Handlungsplänen
- Ursachenanalyse bei mikrobiologischen Grenzwertüberschreitungen im Trinkwasser

- Risk management according to EN 15975-2
- Water protection and agricultural land use
- Groundwater monitoring and databases
- Construction measures in drinking water protection areas
- Preparation of microbiological schedules of measures and action plans
- Cause analysis for non-compliance of microbiological limit values in drinking water

# Arbeitsgebiete

Fields of activity

**Forschung eröffnet starke Perspektiven, wenn sie die Herausforderungen von morgen erkennt und gezielt in Angriff nimmt. In diesem Sinne versteht sich das TZW als treibende Kraft bei der Entwicklung von Innovationen. Dabei ist der gesamte Wasserkreislauf im Blick.**

**Research opens up strong perspectives, if tomorrow's challenges are identified and tackled in a targeted manner. In this sense TZW identifies itself as a driving force for the development of innovations that encompass the entire water cycle.**

3

# Ressourcenschutz

Resource protection

## Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung

Der nachhaltige Schutz der Wasserressourcen ist die erste Säule im Multi-Barrieren-System für eine sichere Trinkwasserversorgung. Ein Schwerpunkt der Forschung liegt daher auf dem Management von Gefährdungen und Risiken in Wassereinzugsgebieten. Zu den Entwicklungsarbeiten am TZW zählen neue Konzepte zum Risikomanagement in der Wasserversorgung und die praktische und regulatorische Umsetzung des Water-Safety-Plan-Konzepts (WSP). Anlagen der Wasserversorgung werden in ihren Prozessschritten vom Einzugsgebiet bis zur Verteilung kritisch analysiert. Außerdem erarbeitet das TZW neuartige Lösungs- und Planungswerkzeuge für das Risikomanagement und untersucht modellhaft die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung. Neue Ansätze für das hydrochemische Prozessverständnis sollen dazu beitragen, die Eintragspfade von geogenen oder anthropogenen Schad- und Spurenstoffen sowie von Mikroorganismen besser im Management von Rohwasserressourcen zu berücksichtigen.

## Risk management in drinking water supply

The sustainable protection of water resources is the first pillar in the multi-barrier system for a safe drinking water supply. One focus of research is therefore on managing hazards and risks in water catchment areas. We develop new risk management concepts in water supply and consider how the WSP (Water Safety Plan) concept of the World Health Organisation (WHO) can be implemented in practice and in line with regulations. From the catchment area to the distribution point, all process steps are analysed to assess the criticality of water supply systems. TZW develops innovative solution and planning tools for the risk management of water protection areas and examines the effects of climate change on water supply on a model basis. New approaches to clarify the hydrochemical process should help to better understand the contamination sources of geogenic or anthropogenic pollutants and micropollutants as well as microorganisms. This knowledge can be incorporated in the management of raw water resources.

## Landwirtschaft und Grundwasserschutz

Hohe Nitratkonzentrationen im Grundwasser oder Belastungen der Gewässer mit Pflanzenschutzmitteln resultieren aus der intensiven Landbewirtschaftung. Das TZW erforscht die Randbedingungen, die zu den Belastungen führen und wie die Einträge verringert werden können. Daraus entstehen neue Strategien zur Emissions- und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz und Konzepte für Bodenkontrollen. Mit Freiland- und Laborversuchen sowie mit Modellrechnungen werden die Verlagerung, z.B. von Nitrat und Spurenstoffen ins Grundwasser, simuliert. Ein Thema ist auch, wie eine Sanierung belasteter Grundwässer durch Maßnahmen in der Landbewirtschaftung erreicht werden kann.

## Agriculture and groundwater protection

High nitrate concentrations in the groundwater or watercourse pollution by pesticides are a result of intensive agriculture. TZW explores the boundary conditions that lead to pollution and how contamination can be reduced. This generates new strategies to control emissions an successes in groundwater protection and concepts for soil monitoring. By means of field trials, lab trials and model calculations we simulate the transfer, for example of nitrate and micropollutants into the groundwater. We investigate how cleaning up polluted groundwater can be achieved by using certain agricultural practices.

## Bioenergie und Gewässerschutz

Die Biomasseerzeugung ist aus Gewässerschutzsicht oft kritisch zu beurteilen. Am TZW wird die Nachhaltigkeit des Biomasseanbaus, das Potenzial der nachhaltigen Erzeugung von Biogas sowie der Einsatz von Abfallstoffen für die Biogaserzeugung untersucht. Auch die Ausbringung von Gärresten ist Teil der Forschung für den Gewässerschutz.

## Bioenergy and water resource protection

Biomass generation is often viewed critically from a water protection perspective. At TZW we examine the sustainability of biomass cultivation and the potential to sustainably produce biogas as well as the use of waste materials for biogas generation. The spreading of fermentation residues is also part of the research for water protection.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Das TZW betreibt die **Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Baden-Württemberg** (GWD-WV). Sie erfasst landesweit Daten zur Beschaffenheit derjenigen Grund- und Quellwasservorkommen, die von Wasserversorgungsunternehmen zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Insbesondere die Daten zur Nitratbelastung der Rohwässer werden fortlaufend aktualisiert und an die zuständigen Behörden übermittelt. Hier bilden die vom TZW übermittelten Werte die Basis für die Einstufung der Wasserschutzgebiete in Normal-, Problem- oder Sanierungsgebiete nach der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO). Dabei kooperiert die GWD-WV eng mit der durch die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) betriebenen Grundwasserdatenbank des Landes Baden-Württemberg. Der Betrieb erfordert die ständige und intensive Kommunikation mit Behörden, Wasserversorgen und Laboren sowie intensive Arbeiten zur Plausibilisierung und Qualitätssicherung der erfassten Daten.

Durch **problem- und gebietsspezifische Monitoringprogramme** sowie Ortsbegehungen werden Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, PFAS, Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Abbauprodukten erkundet sowie mit Hilfe von Bodenuntersuchungen die Nitratauswaschungsverluste abgeschätzt. Diese Arbeiten dienen dazu, Handlungsempfehlungen zur Ursachenbeseitigung von Grundwasserverunreinigungen oder zum Umgang mit Belastungen abzuleiten. Falls erforderlich können diese Ergebnisse auch als Basis für Vorschläge zur Messnetzoptimierung dienen. Als Hilfsmittel werden neben Geografischen Informationssystemen (GIS) auch numerische Grundwassersimulationen herangezogen.

Das TZW begleitet Wasserversorgungsunternehmen bei der **Einführung von Risikomanagementsystemen** gemäß DIN EN 15975-2. Dabei kommen auch die am TZW entwickelten GIS-basierten Ansätze zur Risikoabschätzung für Einzugsgebiete zur Anwendung. Eine komplexe Aufgabenstellung ist die Umsetzung bei einem großen Talsperrenbetreiber auf ein Talsperren-Verbundsystem.

In einem Vorhaben des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) identifiziert das TZW **Kriterien für kritische Anlagen der Trinkwasserversorgung** und überführt diese in einen Bewertungsansatz. Die Praxispartner (Wasserversorgungsunternehmen unterschiedlicher Größe und Versorgungssituation) stellen Daten bereit, um den Ansatz der Kritikalitätsanalyse für die Trinkwasserversorgung zu testen.

Im **BMBF-Forschungsprojekt TRUST** werden neue Werkzeuge und Konzepte im Wassersektor am Beispiel der Region Lima/Peru weiterentwickelt. Das Verbundprojekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „GRoW – Globale Ressource Wasser" gefördert. Das TZW entwickelt dabei neue Ansätze zur Gefährdungsanalyse und Risikobewertung in Einzugsgebieten in Form eines softwaregestützten Entscheidungsunterstützungssystems (EUS).

TZW operates the **Baden-Württemberg water supplier groundwater database** (GWD-WV) which records state-wide data concerning the quality of groundwater and spring water resources used by water supply companies for producing drinking water. In particular, the data concerning nitrate concentrations in raw water is continuously updated and shared with the responsible authorities. The data provided by TZW are the basis for the classification of water protection areas in normal, problem or remediation areas according to the Regulation on Protected Areas and Compensatory Payments (SchALVO). The water supplier groundwater database (GWD-WV) collaborates closely with the groundwater database of Baden-Württemberg operated by the State Institute for Environment Baden-Württemberg (LUBW). Operating the database requires constant and intensive communication with authorities, water suppliers and laboratories and intensive work on the plausibility and quality assurance of the data that is collected.

Groundwater contamination with nitrate, perfluoroalkylated substances (PFAS), pesticides active substances and their metabolites are investigated, and nitrate leaching is estimated by means of soil analyses using **problem-specific and region-specific monitoring programmes** and site inspections. This work is used to derive recommendations for eliminating the sources of groundwater contamination or how to handle pollutants. If necessary, these results can also serve as the basis for suggestions about how to optimise monitoring networks. Tools such as numerical groundwater simulations are used in addition to geographic information systems (GIS).

TZW assists water supply companies with the **introduction of risk management systems** in accordance with EN 15975-2. In such projects GIS-based approaches developed at TZW for risk assessment in catchment areas are also used. Implementing such an approach at a major reservoir operator for an interconnected drinking water reservoir system is a complex task.

In a project carried out by the Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance (BBK), TZW identifies **criteria for critical drinking water supply facilities** and transfers these into an evaluation approach. Practice partners (water supply companies in different sizes and supply situations) provide data for testing the criticality analysis approach for the drinking water supply.

New tools and concepts in the water sector are undergoing further development using the example of the Lima region in Peru in the **BMBF research project TRUST**. The joint project is supported as part of the funding measure "GRoW – Global Resource Water". In the project, TZW develops new hazard analysis and risk assessment approaches in catchment areas in the form of a web-based decision support tool.

# Umweltbiotechnologie

Environmental biotechnology

## Mikrobiologischer Schadstoffabbau

Das TZW erarbeitet innovative Konzepte im Bereich des mikrobiologischen Abbaus verunreinigter Grundwässer, um neue, einfache und wirtschaftliche Verfahren mit langanhaltender Effizienz für die Elimination von Schadstoffen im Grundwasser zu entwickeln.

## Kombination von technischen und biologischen Methoden

Biologische Abbauprozesse sind bei schwer abbaubaren und/oder toxischen Substanzen oft nicht einsetzbar oder unzureichend. Durch die Verwendung von technischen Methoden, wie z.B. Kavitation, Elektrochemie, In-situ chemische Oxidation (ISCO) oder Ozonung, können die Substanzen der mikrobiellen Zersetzung zugänglich werden. Durch die Kombination mit einem anschließenden biologischen Abbau können kostengünstige und nachhaltige Konzepte zur effektiven Elimination von persistenten Substanzen entwickelt werden.

## Biomonitoring und Wirkungstests

Zum Nachweis und zur Beurteilung der Aktivität von Mikroorganismen in Umweltproben entwickelt das TZW mikro- und molekularbiologische Methoden beispielsweise zum Nachweis von antibiotikaresistenten, hygienerelevanten und pathogenen Mikroorganismen. Wirkungstests zur Überwachung, Bewertung und Risikoabschätzung der ablaufenden Prozesse in der aquatischen Umwelt als Werkzeuge werden für verschiedene Fragestellungen genutzt und weiterentwickelt.

## Wasserqualität

Durch zunehmende Stoffeinträge, Extremwetterereignisse, Unfälle und Nutzungsänderungen ist die Qualität des Wassers, ob Oberflächenwasser oder Grundwasser, vielerorts gefährdet oder bereits beeinträchtigt. Die Identifizierung und Bewertung dieser Verunreinigungen ist oft durch fehlende Methoden oder durch Nachteile der bislang etablierten Methoden, wie hoher Zeitaufwand und mangelnde Empfindlichkeit, erschwert. Relevante Forschungsaufgaben für das TZW sind daher die Etablierung, Weiterentwicklung, Optimierung und Validierung von mikro- und molekularbiologischen Methoden, die zur Überwachung und Verbesserung der Wasserqualität beitragen können. Dies gilt insbesondere auch für den Nachweis von Viren.

## Microbiological pollutant degradation

TZW establishes innovative concepts in the field of microbiological degradation of contaminated groundwater to develop novel, simple, and economic methods with long-lasting efficiency to eliminate pollutants in groundwater.

## Combination of technical and biological methods

Biological decomposition processes are often unusable or inadequate for persistent and/or toxic substances. By using technical methods such as cavitation, electrochemistry, In-situ chemical oxidation (ISCO) or ozonation, substances can be subjected to microbial decomposition. Combining this with subsequent biological degradation makes it possible to develop cost-effective and sustainable concepts to effectively eliminate persistent substances.

## Biomonitoring and efficacy tests

To detect and evaluate the activity of microorganisms in environmental samples, TZW develops micro- and molecular biological detection methods, for example, of antibiotic-resistant, hygienically relevant and pathogenic microorganisms. In addition, we use efficacy tests to monitor, assess and evaluate the risk of processes running in the aquatic environment, which are used and further developed as tools for a variety of investigations.

## Water quality

In many places the quality of the water – whether surface water or groundwater – is at risk or may already be impacted by increasing contamination, extreme weather, accidents and changes in use. The identification and assessment of this contamination is often made more difficult due to a lack of suitable methods or because those that are used are too time consuming or lack sensitivity. Relevant research activities for TZW, therefore, are the establishment, further development, optimisation and validation of micro and molecular biological methods that can help monitor and improve water quality. This includes in particular the detection of viruses.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Die Schwerpunkte lagen auf dem Nachweis und der Herkunft von Antibiotikaresistenzen, der Entwicklung neuer molekularbiologischer Methoden, dem natürlichen und stimulierten Abbau von organischen Schadstoffen sowie dem Monitoring der mikrobiologischen Qualität mittels Durchflusszytometrie.

Molekularbiologische Methoden bieten die Möglichkeit, sehr spezifische Nachweise von Markergenen zu führen. Dadurch wird es möglich, fäkale Eintragsquellen zu identifizieren. Die Kultivierung auf Agarplatten wird genutzt, um **potenzielle Krankheitserreger mit Antibiotikaresistenzen in Oberflächenwasser** nachzuweisen. Da die Routinemethoden aus dem klinischen Bereich für Umweltbakterien zu falsch-positiven Befunden führen, wird die Methode MALDI-TOF zur genauen Identifizierung der Isolate verwendet. Für den Nachweis von Resistenzgenen wird eine Methode weiterentwickelt, die das gesamte Gen erfasst. Im Gegensatz zum Standardverfahren, das nur kurze Fragmente nachweist, werden durch die neue Methode ebenfalls falsch-positive Befunde reduziert. Die Arbeiten dienen dem fundierten Monitoring des Vorkommens von Antibiotikaresistenzen.

Ein fachlicher Schwerpunkt lag auf der **Entwicklung neuer molekularbiologischer Verfahren.** Es werden z. B. Methoden zum Nachweis von mRNA etabliert, um mikrobiologische Aktivität direkt nachweisen zu können. Die mRNA-Detektion erlaubt das spezifische Monitoring und damit die gezielte Kontrolle und Steuerung mikrobiologischer Prozesse. Aktuell fokussieren sich die Entwicklungen auf die Prozesse der Nitratelimination in Grundwasser. Es wurden unterschiedliche Substanzen getestet, die für die Stimulation der Denitrifikation geeignet sind. Die neuen Monitoringmethoden wurden bereits erfolgreich im Labor getestet und stehen für den Einsatz an Pilotstandorten zur Verfügung.

Der **mikrobiologische Abbau von organischen Schadstoffen** in Grundwasser und Boden bildet weiterhin einen Schwerpunkt bei den Aufträgen und in Kooperationsvorhaben mit kleinen und mittelständischen Unternehmen. Dabei konnte erstmals der Abbau von Trioxan und Dioxan durch chemische Oxidation und mikrobiologische Stimulation gezeigt werden. Im Vergleich bietet das mikrobiologische Verfahren deutliche Vorteile in der Praxis. Der biologische Abbau ermöglicht eine deutlich kostengünstigere Sanierung im Vergleich zu chemisch-physikalischen Verfahren. Das Verfahren der **Durchflusszytometrie** erlaubt einen Nachweis von Mikroorganismen innerhalb von 20 Minuten. Dabei werden die Zellen vereinzelt und über Laserfluoreszenz erfasst. In einem DVGW-Projekt unter Koordination des TZW wurde dieses neue Verfahren in Ringversuchen validiert. Nach Vereinheitlichung der Auswertungsprotokolle konnte eine sehr gute Reproduzierbarkeit für Trinkwasser und Rohwasser erzielt werden. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die Durchflusszytometrie für das Monitoring der Desinfektion grundsätzlich geeignet ist. Dabei muss die Lebend-Tot-Unterscheidung durch geeignete Farbstoffe und Randbedingungen an das jeweilige Desinfektionsverfahren angepasst werden. Aufgrund des großen Potenzials soll die Methode für den Onlineeinsatz weiterentwickelt werden.

The main focus was on detecting and identifying the origin of antibiotic resistances, developing new molecular biological methods, the natural and stimulated degradation of organic pollutants and using flow cytometry to monitor microbiological quality.

Molecular biological methods enable the highly specific detection of marker genes, which makes it possible to identify faecal contamination sources. Cultivation on agar plates is used to identify **potential pathogens with antibiotic resistance in surface waters.** Since routine methods from the clinical area generate false-positive findings for environmental bacteria, MALDI-TOF is used for exact identification of the isolates. To detect antibiotic resistance genes, a method is being developed that captures the entire gene. Compared with the standard method, which only identifies short fragments, the new method reduces the number of false-positive findings. The studies represent a solid basis for monitoring the presence of antibiotic resistances.

A technical focus is on the **development of new molecular biological methods.** For example, methods are being established for determining mRNA in order to obtain information on the microbiological activity. mRNA detection allows the specific monitoring and thus the targeted monitoring and control of microbiological processes. Current developments focus on nitrate elimination processes in groundwater. Different substances suitable for stimulating denitrification have been investigated. The new monitoring methods have already been successfully tested in the laboratory, and are ready for use at pilot sites.

The **microbiological degradation of organic pollutants** in groundwater and soil remains a focus in the contracts and collaboration projects with small and medium-sized enterprises. It was possible to show the decomposition of trioxane and dioxane via chemical oxidation and microbiological stimulation for the first time. In comparison to other methods, the microbiological processes have significant practical advantages. Biodegradation enables the significantly more cost-effective remediation in comparison to chemical-physical processes.

**Flow cytometry** allows the detection of microorganisms within 20 minutes. The cells are separated and detected by laser fluorescence. This new method was validated in ring tests as part of a DVGW project coordinated by TZW. After harmonising the data evaluation, it was possible to obtain an excellent reproducibility for drinking water and raw water. It was also possible to show that flow cytometry is suitable for monitoring disinfection processes. However, live/dead cell differentiation has to be adapted to the respective disinfection method by using suitable dyes and boundary conditions. Due to its high potential, the method is further developed for online use.

# Wasseranalytik

Water analysis

## Untersuchung der Wasserqualität

Am TZW erfolgen physikalisch-chemische und mikrobiologische Untersuchungen nach rechtlichen Vorgaben wie der Trinkwasserverordnung oder der EU-Wasserrahmenrichtlinie mit höchster Zuverlässigkeit und Präzision. Die Labore sind nach DIN EN ISO 17025 für die Untersuchung von Trink-, Roh-, Grund- und Oberflächenwässern akkreditiert.

## Spurenstoffanalytik

Ebenso bieten wir die quantitative Bestimmung anorganischer und organischer Spurenstoffe mit modernsten und leistungsfähigen Analyseverfahren und Instrumenten in unterschiedlichsten Matrices (Trinkwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, Abwasser, Klärschlamm, Boden, Schwebstoffe und Sedimente) an. Einen wichtigen Schwerpunkt stellt dabei die fortlaufende Entwicklung und Verbesserung von spurenanalytischen Verfahren sowohl für Wasserproben als auch für Feststoffproben dar.

## Mikrobiologische Analyse

Das Spektrum mikrobiologischer Nachweismethoden reicht vom spezifischen Nachweis von Indikatororganismen oder Krankheitserregern über die Anreicherung großer Wasservolumina zur Steigerung der Empfindlichkeit der Nachweismethoden bis hin zur Analytik mikrobiell verwertbarer Substanzen wie AOC (Assimilierbarer Organischer Kohlenstoff). Darüber hinaus verfügen wir über neueste molekularbiologische Methoden zur schnellen Spezies-Identifizierung von Mikroorganismen sowie zur Bestimmung von Antibiotikaresistenzgenen.

## Water quality testing

Using the utmost precision and reliability, TZW undertakes physical-chemical and microbiological testing in accordance with legal regulations such as the German Drinking Water Ordinance or the European Water Framework Directive. TZW is accredited according to DIN EN ISO 17025 for the testing of drinking water, source water, groundwater and surface water.

## Analysis of micropollutants

In addition, we offer the quantitative determination of inorganic and organic micropollutants using modern and high-performance analytical methods and instruments in the most diverse matrices (drinking water, groundwater, surface water, waste water, sewage sludge, soil, suspended matter and sediments). A key focus is on the continuous development and improvement of methods for trace analysis for both water and solid samples.

## Microbiological analysis

Microbiological detection methods range from the specific detection of indicator organisms or pathogens to the enrichment of large volumes of water to improve the sensitivity of the detection methods to the analysis of easily biodegradable organic substances such as AOC (assimilable organic carbon). Additionally, we use the latest molecular biological methods to quickly identify the species or microorganisms and to determine antibiotic resistance genes.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Im Bereich Wasseranalytik lag der Schwerpunkt der Tätigkeiten in der Untersuchung von Wasserproben, die auf **chemisch-physikalische und mikrobiologische Parameter** hin analysiert wurden. Rund 20.000 Proben wurden insgesamt untersucht. Dies geschah im Auftrag von Wasserversorgern und Wasserentsorgern, Behörden, Industrieunternehmen, wissenschaftlichen Institutionen und anderen Kunden. Auch für verschiedene Forschungsvorhaben fielen eine Vielzahl an Analysen an. Die Untersuchungen zum Vorkommen von Spurenstoffen in verschiedenen Matrices spielen dabei die größte Rolle. Neben dieser Spezialanalytik gewinnt die zeitnahe Datenübermittlung in unterschiedlichsten Formaten immer mehr an Bedeutung.

In der chemischen Analytik ist die **Bestimmung von organischen Spurenstoffen**, die in geringsten Konzentrationen in der Umwelt vorkommen, eine Kernkompetenz des TZW. Breiten Raum nahm 2019 die Untersuchung von Wasser- und Feststoffproben auf per- und polyfluorierte Verbindungen (PFAS) ein. Insgesamt 5.000 Proben unterschiedlicher Beschaffenheit wurden auf Vertreter dieser Verbindungsklasse untersucht. Neben der Einzelstoffanalytik auf perfluorierte Carbon- und Sulfonsäuren, auf polyfluorierte Alkylphosphate (PAP) und weitere fluorierte Einzelstoffe wurden auch summarische Parameter für organische Fluorverbindungen wie AOF, EOF oder TOP-Assay nachgefragt. Weitere wichtige Stoffklassen, auf die Analysen durchgeführt wurden, waren Arzneimittelrückstände, PSM-Metabolite und Einzelstoffe wie Trifluoracetat, Amidosulfonat oder 1H-1,2,4-Triazol.

Im Bereich der **mikrobiologischen Analytik** wurden Trinkwasserproben nach den Anforderungen der Trinkwasserverordnung untersucht. Insbesondere für Rohwasserproben fragten die Kunden auch weitergehende Untersuchungen nach. Dies beinhaltet neben den klassischen bakteriologischen Indikatorparametern zunehmend virale Indikatorparameter (Bakteriophagen). Auch die direkte Untersuchung auf Krankheitserreger, wie Campylobacter, humanpathogene Viren und Parasiten, erfolgte in den TZW-Laboren.

Das Thema „Plastik in der Umwelt“ nimmt in der öffentlichen Diskussion einen breiten Raum ein. Belastbare wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema Mikroplastik in der aquatischen Umwelt sind bislang nur wenige vorhanden. Das TZW hat im zurückliegenden Jahr **Messungen auf Mikroplastikpartikel** in Roh- und Trinkwässern durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass Gefährdungen für den Verbraucher über den Trinkwasserpfad nicht zu befürchten sind. Das TZW verfolgt das Ziel, Wissenslücken zu schließen und beschäftigt sich mit Fragen zur repräsentativen Probenahme und Probenvorbereitung, der Weiterentwicklung von Analysetechniken und Untersuchungen zum Vorkommen von Mikroplastik in Trink- und Oberflächenwasser.

Auch im Jahr 2019 konnte die hohe Qualität der analytischen Arbeiten durch die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen und Vergleichsuntersuchungen bestätigt werden.

Main focus of the Water Analysis group was the examination of water samples which were analysed for a variety of **chemical and microbiological parameters.** In total more than 20,000 samples were analysed on behalf of water utilities, water disposal companies, authorities, industrial companies, scientific institutes and others. A multitude of analyses was also performed within research projects. Highlight were analyses on the occurrence of trace pollutants in various matrices. Besides the pure analytical activity in the lab, adequate data transmission in a timely manner becomes more and more important.

TZW's core competence in the field of chemical analysis is the **determination of organic micropollutants** in trace concentrations. In 2019, the determination of per- and polyfluorinated compounds (PFAS) in various matrices was one of the highlights. In total, 5,000 samples from different origin were analysed for representatives of this class of compounds. Besides the target analysis for fluorinated carbonic or sulfonic acids, polyfluorinated alkylphosphates (PAPs), and other individual fluorinated compounds, surrogate parameters like AOF, EOF or TOP-assay were determined. Other important classes of compounds which were regularly analysed were pharmaceutical residues, pesticide metabolites and individual substances like trifluoro acetate, amidosulfonate or 1,2,4-triazole.

In the field of **microbiological analysis,** many water samples were analysed according to the requirements of the German Drinking Water Ordinance. Raw water samples were often also analysed for additional parameters like the classical bacteriological indicator parameters or viral indicators (bacteriophages) which became more and more important. Besides that, direct analysis for pathogens like campylobacter, human-pathogenic viruses or parasites was performed.

Substantial public interest was attracted by the topic “Plastic in the Environment” although valid scientific data are scarce. As a consequence, TZW performed last year **measurements on microplastic particles** in raw and drinking waters. The analytical results confirmed that there are no risks for drinking water consumers. TZW will continue to close knowledge gaps in this field and cares about questions on a representative sampling procedure, an improvement of measurement techniques as well as on data on the occurrence of microplastic particles in the environment.

Also in 2019, the high quality of the analytical activities was confirmed by the successful participation in various round robin tests and intercomparison exercises.

# Spurenstoffe

Micropollutants

## Entwicklung neuer Analyseverfahren

Spurenstoffe in Kläranlagenabläufen, Fließgewässern und Trinkwasserressourcen sind ein hochaktuelles Thema und erfordern ständig die Entwicklung neuer Analyseverfahren. Nur wenn diese Stoffe sicher und sensitiv bestimmt werden können, ist es möglich, ihr Verhalten im Wasserkreislauf und bei der Trinkwasseraufbereitung zu untersuchen und eine qualifizierte Stoffbewertung abzugeben.

## Development of new analytical procedures

Micropollutants in wastewater treatment plant effluents, rivers, streams and drinking water resources are of top priority for the water industry and require the continuous development of new analytical methods. Only if these substances can be reliably determined at a suitable sensitivity level, their behaviour in the water cycle as well as in drinking water treatment can be studied and a qualified risk assessment can be made.

## Transformationsprodukte

Ein Stoff verschwindet nicht – er wandelt sich um. Da Stoffe in aquatischen Systemen und bei der technischen Wasseraufbereitung durch biotische und abiotische Prozesse umgewandelt werden können, ist auch die Aufklärung ihrer Transformationsprodukte Thema der wasserchemischen Forschung am TZW. Dabei werden häufig modernste hochauflösende massenspektrometrische Verfahren eingesetzt.

## Transformation products

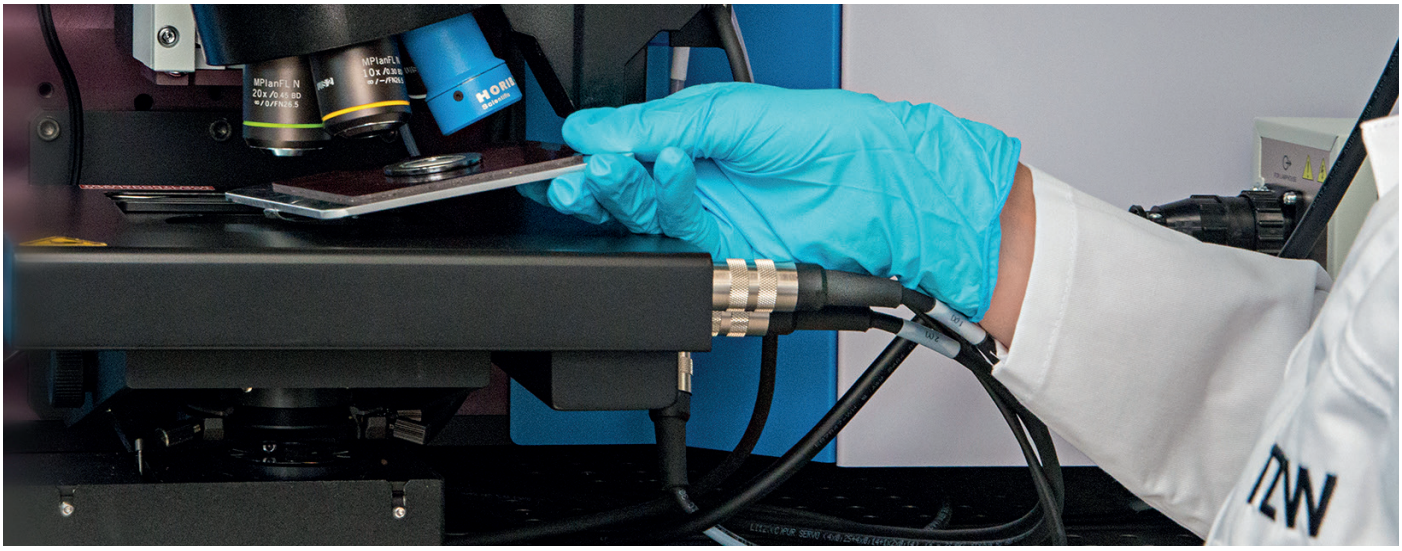
Substances do not disappear – they are transformed. Substances in aquatic systems and in technical water treatment can be converted by biotic and abiotic processes. Therefore, the elucidation of their transformation products by using state-of-the-art high-resolution mass spectrometric methods is also the subject of water chemistry research at TZW.

## Verhalten von Stoffen in der Umwelt und bei der technischen Aufbereitung

Eine naturnahe Wasseraufbereitung muss das Ziel aller an der Wasserversorgung beteiligten Partner sein. Um beispielsweise die Effizienz einer Bodenpassage für den Spurenstoffrückhalt bewerten zu können, werden mittels theoretischer und experimenteller Ansätze belastbare Einschätzungen zum Umweltverhalten des jeweiligen Stoffes und zielgerichtete Handlungsempfehlungen abgegeben. Für den Fall der Fälle müssen Wasserversorgungsunternehmen gut gerüstet sein. Daher sind Untersuchungen zur Entfernbarkeit möglicher Problemstoffe mittels technischer Aufbereitungsverfahren wie beispielsweise Ozonung, Aktivkohle- und Membranfiltration Teil unserer Forschung.

## Environmental behaviour of substances and behaviour in technical treatment

The exclusive use of nature-based water treatment needs to be the claim of all participants involved in water supply. In order to assess the efficiency of soil passage for the removal of micropollutants, we use theoretical and experimental approaches to derive reliable estimations on the environmental behaviour of the respective substance and recommended actions. Water utilities must be well equipped for all eventualities. Testing on how to remove potential contaminants using technical treatment methods such as ozonation, activated carbon and membrane filtration is therefore part of our research.



# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

**Persistente und mobile Spurenstoffe** stehen seit mehreren Jahren im Fokus der wasserchemischen Forschung am TZW. Ihr Vorkommen und ihre Entfernung aus Rohwasserressourcen stellt eine große Herausforderung für Wasserversorgungsunternehmen dar. Hinzu kommt, dass einige dieser Verbindungen sowohl primäre als auch sekundäre Quellen besitzen. Primär bedeutet, dass bereits der Stoff selbst eingetragen wird. Bei sekundären Quellen wird der Stoff aus entsprechenden Vorläuferverbindungen in der Umwelt gebildet. Stoffe, auf die diese Charakteristik zutrifft, werden auch als SMS-Stoffe (Substances from Multiple Sources) bezeichnet.

Ein Beispiel für **SMS-Stoffe** ist Trifluoracetat, das sowohl direkt aus industriellen Produktionsprozessen in Gewässer gelangt als auch als photochemisches Abbauprodukt bestimmter Treib- und Kältemittel sowie durch den Abbau von Pflanzenschutzmitteln entstehen kann. Amidosulfonat, das als Entkalkungsmittel in hohen Konzentrationen in die Umwelt eingetragen wird, kann beispielsweise auch beim biologischen Abbau von künstlichen Süßstoffen gebildet werden. 1H-1,2,4-Triazol wird als Nitrifikationshemmer in der Landwirtschaft eingesetzt, entsteht aber auch beim Abbau bestimmter Pflanzenschutzmittel. Die Eintragsquellen in die Umwelt können somit unterschiedliche Zulassungs- bzw. Registrierungsverfahren betreffen. Aus Sicht der Wasserversorgung sind dabei insbesondere die Stoffeigenschaften Mobilität und Persistenz als wesentlich zu bezeichnen. Zudem erschweren unterschiedliche Stoffeintragspfade eine eindeutige Quellzuordnung und damit eine Priorisierung einzugsgebietsspezifischer Emissionsminderungsmaßnahmen.

In der zweiten Jahreshälfte wurde bekannt, dass verschiedene (zum Teil neu identifizierte) Metabolite des Fungizids **Chlorthalonil** in Schweizer Grund- und Trinkwässern nachgewiesen werden konnten. Daraufhin wurde die am TZW bestehende analytische Methode deutlich erweitert und erfasst nun neben der Ausgangsverbindung Chlorthalonil auch zehn seiner Metabolite.

Für den Total-Oxidizable-Precursor (TOP)-Assay, einen Summenparameter zum Nachweis von (unbekannten) **Perfluoralkylsubstanzen (PFAS)**, konnte das Analysenprotokoll deutlich verbessert werden und umfasst nun auch ultra-kurzkettige Perfluorcarbonsäuren. Die neue Methode konnte erfolgreich für Bodenproben angewandt und validiert werden.

**Persistent and mobile micropollutants** have been in focus of water chemistry research at the TZW for several years. Their occurrence and their removal from raw water resources is a major challenge for waterworks. In addition, some of these compounds have both primary and secondary sources. Primary means that the substance itself is being introduced. In case of secondary sources, the substance is formed out of corresponding precursor compounds in the environment. Substances with this characteristic are also called SMS substances (Substances from Multiple Sources).

An example of **SMS substances** is trifluoroacetate, which is released into aquatic environments both directly from industrial production processes and as a photochemical degradation product of certain propellants and refrigerants, as well as through the degradation of certain pesticides. Amidosulfonate, a decalcifier, which is introduced into the environment in high concentrations, can also be formed, for example, by biological degradation of artificial sweeteners. 1H-1,2,4-triazole is used as a nitrification inhibitor in agriculture, but is also formed during the degradation of certain pesticides. The sources of entry into the environment may therefore be potentially regulated by concurrent jurisdiction and different registration procedures. From the point of view of water supply, the substance properties mobility and persistence are particularly important. In addition, differing substance input pathways make it difficult to clearly assign sources and thus to prioritise catchment-specific emission reduction measures.

In the second half of the year it was revealed that various (in part newly identified) metabolites of the fungicide **chlorothalonil** were found in Swiss groundwater and drinking water. Subsequently, the existing analytical method at TZW was significantly extended and now detects ten of its metabolites in addition to the precursor compound chlorothalonil.

For the Total-Oxidizable-Precursor (TOP) assay, a sum parameter for the detection of (unknown) **perfluoroalkyl substances** (PFAS), the analytical protocol was significantly improved and now also includes ultra-short chain perfluorocarboxylic acids. The new method could be successfully applied and validated for soil samples.

# Mikroorganismen

Microorganisms

## Hygienisch relevante und pathogene Mikroorganismen

Für eine sichere Überwachung der Trinkwasserqualität sind zuverlässige und sensitive Nachweismethoden für Indikatororganismen und Krankheitserreger unabdingbar. Das TZW führt in seinen akkreditierten Laboren neben klassischen Nachweisverfahren auch molekularbiologische Methoden für den Nachweis von Bakterien, Viren und Parasiten durch. Vertiefte Kenntnisse zum Vorkommen, zur Vermehrung und zur Entfernung hygienisch relevanter Mikroorganismen im Wasserkreislauf sind notwendig, um Problemlösungen bei mikrobiologischen Fragestellungen anbieten zu können.

## Hygienically relevant and pathogenic microorganisms

For a safe monitoring of drinking water quality, reliable and sensitive detection methods for indicator organisms and pathogens are absolutely essential. Besides traditional detection methods, molecular biological methods are becoming increasingly important to detect bacteria, viruses and parasites. In its accredited laboratories, TZW carries out both detection methods. In-depth know-how about the presence, propagation and removal of hygienically relevant microorganisms in the water cycle is needed to be able to offer solutions to microbiological problems.

## Risikoanalyse und Risikominimierung

Ein ganzheitliches Risikomanagement ist Voraussetzung für eine sichere Trinkwasserversorgung und beinhaltet neben der Risikoanalyse auch die Risikominimierung. Das TZW bearbeitet Praxis- und Forschungsvorhaben zur Wirksamkeit von Aufbereitungsverfahren im Kontext des Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)-Konzeptes.

## Risk analysis and risk minimisation

Holistic risk management is a pre-requisite for safe drinking water supply and includes both risk analysis and risk minimisation. TZW therefore works on practice-oriented and research projects on the effectiveness of treatment methods in the context of the quantitative microbial risk assessment (QMRA) concept.

## Materialien im Kontakt mit Trinkwasser

Auch Materialien, die im Kontakt mit Trinkwasser stehen, können einen negativen Einfluss auf die mikrobiologische Wasserbeschaffenheit haben. Mit diesem Aspekt hat sich das TZW in einer Reihe von praxisnahen Forschungsprojekten beschäftigt.

## Materials in contact with drinking water

Materials that come into contact with drinking water can have a negative impact on the microbiological water quality. TZW has dealt with this aspect in a number of practice-oriented research projects.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Das TZW war für viele Wasserversorgungsunternehmen (WVU) bei der **Ursachenfindung hygienisch-mikrobiologischer Befunde** bei der Wassergewinnung, im Wasserwerk, in Behältern oder im Leitungsnetz im Einsatz. Nach wie vor hat auch die **Aufstellung von Handlungsplänen** bei WVU ohne Abschlussdesinfektion mit Chlor oder Chlordioxid eine große Bedeutung. Diese dienen dazu, dass auch im Notfall bei mikrobiologischen Grenzwertüberschreitungen schnell reagiert werden kann. Außerdem unterstützt das TZW die WVU bei der Festlegung sinnvoller Probenahmestellen im Verteilungsnetz und der Erarbeitung eines Notfalldesinfektionsregimes.

Mit der MALDI-TOF-Massenspektrometrie steht am TZW eine zukunftsträchtige molekularbiologische Methodik zur Identifizierung von Bakterien zur Verfügung. In einigen Fällen gelang es durch die **schnelle Identifizierung der auftretenden Stämme coliformer Bakterien oder Enterokokken**, ein Abkochgebot für das Trinkwasser zu vermeiden. Im Falle von vereinzelten Nachweisen hygienisch-relevanter Mikroorganismen in Trinkwassersystemen war die Untersuchung von angereicherten Wasserproben nach Anreicherung großer Volumina (100 L) über Ultrafiltrationsmodule für die Suche der Belastungsursache hilfreich.

Zur **Bewertung der mikrobiologischen Rohwasserbeschaffenheit** wurden Rohwasserproben zusätzlich zu den klassischen bakteriologischen Parametern auch auf virale Indikatoren (Bakteriophagen) und die Index-Pathogene Campylobacter, Viren und Parasiten untersucht. Der Viren-Nachweis (Adeno-, Entero-, Noroviren) erfolgte dabei nach Ultrafiltrationsanreicherung aus 10L-Proben durch eine molekularbiologische quantitative PCR-Methodik, für deren Wiederfindung nahezu 100 % erreicht werden konnten. Die Erkenntnisse wurden im Rahmen des DVGW-Projektes zur quantitativen mikrobiellen Risikobewertung zusammengefasst. Im Jahr 2019 standen erneut Problemstellungen mit dem fakultativen Krankheitserreger Pseudomonas aeruginosa im Zentrum des Interesses, wobei solche Fragestellungen insbesondere im Bereich der Trinkwasserinstallation auftraten.

Anfragen zum **Vorkommen von Antibiotikaresistenzen** im Trinkwasser konnten sowohl durch den kulturellen Nachweis von antibiotikaresistenten Bakterien als auch den molekularbiologischen Nachweis von Antibiotikaresistenzgenen beantwortet werden, wobei im Trinkwasser keine Nachweise erfolgten.

TZW was approached by many water supply companies to **identify the causes of hygienic-microbiological findings** in the catchment, in the waterworks, in reservoirs or in the distribution network. The preparation of action plans for water supply companies without final disinfection with chlorine or chlorine dioxide is still of great importance. These serve to ensure that a rapid response can be made even in an emergency case if microbiological limit values are exceeded. In addition, TZW supports the water supply companies in the determination of appropriate sampling points in the distribution network and the development of an emergency disinfection strategy.

MALDI-TOF mass spectrometry is a promising molecular biological method for the identification of bacteria, which is available at TZW. In several cases, the **rapid identification of the occurring strains of coliform bacteria or enterococci** allowed to avoid boiling advices of drinking water. In the case of sporadic detection of hygienically relevant microorganisms in drinking water systems, the examination of large water samples after enrichment of large volumes (100 L) via ultrafiltration modules was helpful in finding the cause of contamination.

To evaluate the **microbiological raw water quality**, raw water samples were examined for viral indicators (bacteriophages) and the index pathogens Campylobacter, viruses and parasites in addition to the classical bacteriological parameters. The detection of viruses (adeno-, entero-, noroviruses) was carried out after ultrafiltration enrichment from 10L samples by quantitative PCR method, with a recovery of almost 100%. The findings were summarised in the DVGW project on quantitative microbial risk assessment.

In 2019, problems with the facultative pathogenic bacterium Pseudomonas aeruginosa were once again in the focus of interest, particularly in the field of drinking water installations.

Inquiries on the **occurrence of antibiotic resistances** in drinking water could be answered both by the cultural detection of antibiotic-resistant bacteria and the molecular detection of antibiotic resistance genes. In drinking water, with both techniques, no detects occurred.

# Abwasser und Wasserkreislauf

wastewater and water cycle

## Abwasserbehandlung

Die Nutzung biologischer Abbauprozesse bei der Abwasserreinigung und Abwasserwiederverwendung sowie bei der Grundwasseranreicherung trägt maßgeblich zu einem nachhaltigen Wasserressourcenmanagement bei. Das TZW erarbeitet integrierte Wasserver- und Abwasserentsorgungskonzepte. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Einsatz von biologischen Methoden zur Elimination von Schadstoffen sowohl in Abwasser, Oberflächengewässern als auch im Grundwasser. Neben diesen Aspekten werden zur Risikoabschätzung mikrobielle Kontaminationen in Umweltproben mittels mikro- und molekularbiologischer Methoden nachgewiesen und bewertet, beispielsweise für antibiotikaresistente, hygienerelevante und pathogene Mikroorganismen. Neue Herausforderungen in der Abwasserbehandlung sind Mikroverunreinigungen, die durch Kläranlagen in Gewässer gelangen können. Hier wirkt das TZW am Fortschreiben des Standes der Technik und der Untersuchung weitergehender Abwasserbehandlungsverfahren in Kläranlagen mit.

## Wastewater Treatment

The use of biological degradation processes in the purification and reuse of wastewater and during groundwater recharge makes a significant contribution to sustainable water resource management. TZW develops integrated water supply and wastewater management concepts. A focus is on using biological methods to eliminate pollutants in wastewater, surface water and groundwater. In addition to these aspects, our risk assessment activities also include evaluating microbial contamination in environmental samples using micro and molecular biological detection methods, for instance for antibiotic-resistant, hygienically relevant and pathogenic microorganisms. New challenges in wastewater treatment are organic micropollutants that may reach watercourses via waste water treatment plant effluents. TZW contributes by progressing the state of technology and investigates advanced treatment methods in wastewater treatment plants.

## Wasserwiederverwendung

Ein Ansatz zur Entlastung der überbeanspruchten Grundwasserressourcen in Regionen mit Wasserknappheit ist die Anreicherung von Grundwasser mit geklärtem behandeltem Abwasser. Am TZW werden hierfür innovative Konzepte für die Bewertung möglicher Aufbereitungsverfahren entwickelt. Auch der Eintrag von Mischwasserentlastung in Oberflächengewässer stellt einen unerwünschten Eingriff in das betroffene Ökosystem dar. Das TZW ist an der Untersuchung nachhaltiger und kostengünstiger Lösungsansätze beteiligt. Zunehmende Stoffeinträge, Extremwetterereignisse, Unfälle und Nutzungsänderungen gefährden oder beeinträchtigen bereits die Qualität des Wassers vielerorts, ob Oberflächenwasser oder Grundwasser. Besonders im Hinblick auf die Einleitung von geklärtem Abwasser oder der Nutzung von geklärtem, behandelten Abwasser als Trinkwasserressource ist die Bewertung und Kontrolle der Prozesse erforderlich. Relevante Forschungsaufgaben für das TZW sind daher die Etablierung, Weiterentwicklung, Optimierung und Validierung von mikro- und molekularbiologischen Methoden, die zur Überwachung und Verbesserung der Wasserqualität beitragen können. Für die Bewertung der Reinigungsleistung ist die Entwicklung zukunftsfähiger und innovativer Ansätze notwendig. Die Nutzung organischer Spurenstoffe als Quell- und Prozessindikatoren ist ein vielversprechendes Konzept für eine Bewertung der Abwasserbelastung und Abwasserreinigungsleistung.

## Water reuse

One approach in water scarce regions, is to recharge groundwater with treated wastewater. TZW is developing innovative concepts to assess possible treatment methods. The discharge of combined sewage overflow into surface waters is an undesirable intervention in the affected ecosystem. TZW is involved in investigating sustainable and cost-effective approaches to resolve this problem. In many locations the quality of water – whether surface water or groundwater – is at risk or may already be impacted by increasing contamination, extreme weather, accidents and changes in use. Especially with regard to discharging treated wastewater or using treated wastewater as a drinking water resource, processes must be evaluated and controlled. Relevant research activities for TZW, therefore, are the establishment, further development, optimisation and validation of micro and molecular biological methods that can help monitor and improve water quality. The evaluation of purification capacity requires the development of sustainable and innovative approaches. Using organic micropollutants as source and process indicators is a highly promising concept for assessing wastewater pollution and wastewater purification capacity.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

In dreijähriger Zusammenarbeit untersuchten deutsche und israelische Partner **drei naturnahe Abwasserbehandlungssysteme** (technische Feuchtgebiete, Sandfilter und Retentionsbodenfilter) und ihr Entfernungspotenzial für organische Spurenstoffe, Pathogene und antibiotikaresistente Keime. Die betrachteten Systeme besitzen für die derzeit geläufigen Anwendungen ein vielversprechendes Potenzial. Um dieses jedoch voll auszuschöpfen, sollten zukünftig folgende Punkte adressiert werden: Technische Feuchtgebiete, die horizontal durchflossen werden, weisen aufgrund von häufig limitierter Sauerstoffverfügbarkeit oft begrenzte Abbauraten für Spurenstoffe auf. Eines der Hauptprobleme beim Einsatz von Retentionsbodenfiltern ist die unzureichende Anzahl an Einstauereignissen durch Starkregen, wodurch die Filterfunktion negativ beeinträchtigt wird. Eine oft zu kurze hydraulische Aufenthaltszeit limitiert zudem den Rückhalt einiger Spurenstoffe. Abhilfe können eine bessere Simulation der tatsächlichen Abflüsse bei der Planung der Filter schaffen, wodurch vorgeschaltete Regenüberlaufbecken adäquater dimensioniert werden können. Außerdem könnte der Rückhalt organischer Spurenstoffe durch eine verbesserte Sorptionskapazität des Filtermaterials (z. B. durch den Einsatz von Aktiv- oder Pflanzenkohle) sowie durch mehrere hintereinandergeschaltete Aufbereitungseinheiten verbessert werden. Bei Filtern der neusten Generation zeichnen sich deshalb der Einbau adsorptiver Schichten sowie ein Einsatz als nachgeschaltete vierte Abwasserreinigungsstufe bei Trockenwetter ab. Auch in den untersuchten Schnellsandfiltern in Kläranlagen erwiesen sich die kurzen Aufenthaltszeiten als limitierender Faktor für den Rückhalt vieler organischer Spurenstoffe. Um höheren Aufbereitungsanforderungen gerecht zu werden, wird es deshalb erforderlich sein, die Aufbereitung durch Sandfilter mit erweiterten Behandlungsmethoden zu kombinieren (z. B. Ozonung oder Aktivkohle).

Es konnte zudem gezeigt werden, dass biologische Transformationsprodukte als chemische Indikatoren die biologische Aktivität eines Systems bestätigen können, wenn dies statistisch mit der Ausgangsverbindung nicht abgesichert werden kann. Zudem erlauben sie eine Unterscheidung zwischen biologischen Transformationsprozessen und Sorption sowie Rückschlüsse auf Transformationsreaktionen und folglich auf vorherrschende Umgebungsbedingungen.

Im **BMBF-Projekt TrinkWave zur Wiederverwendung von behandeltem Abwasser** wurde die Elimination von hygienisch relevanten Mikroorganismen (Bakterien und Viren) sowie Antibiotikaresistenzen bei der Bodenpassage sowie bei der künstlichen Grundwasseranreicherung untersucht. Dabei bewirkte insbesondere eine zusätzliche Belüftung während der Fließstrecke zur Einstellung aerober Verhältnisse eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität. Potenzielle Krankheitserreger wurden vollständig entfernt und Antibiotikaresistenzgene über mehrere Logstufen reduziert. Untersuchungen im Pilotbetrieb haben die positiven Ergebnisse bestätigt.

In a three-year cooperation, German and Israeli partners investigated **three near-natural wastewater treatment systems** (technical wetlands, sand filters and retention soil filters) and their removal potential for organic mircopollutants, pathogens and antibiotic-resistant germs. The systems under consideration have a promising potential for the currently common applications. In order to fully exploit this potential, the following points should be addressed in future: Technical wetlands, which are flown through horizontally, often show limited degradation rates for micropollutants due to limited oxygen availability. One of the main problems with the use of retention soil filters is the insufficient number of impounding events caused by heavy rainfall, which negatively affects the filter function. An often too short hydraulic retention time also limits the retention of some trace substances. This could be enhanced by a better simulation of the actual runoffs during the planning of the filters, whereby upstream stormwater overflow basins can be dimensioned more adequately. In addition, the retention of organic trace substances could be improved by improving the sorption capacity of the filter material (e.g. through the use of activated or vegetable carbon) and by several treatment units connected in series. The latest generation of filters is therefore likely to incorporate adsorptive layers and be used as a downstream fourth stage of wastewater treatment in dry weather. Also in the investigated rapid sand filters in sewage treatment plants the short residence times proved to be a limiting factor for the retention of many organic trace substances. In order to meet higher treatment requirements, it will therefore be necessary to combine treatment by sand filters with advanced treatment methods (e.g. ozonation or activated carbon).

It was also demonstrated that selected biological transformation products (TPs) are useful chemical indicators. Their detection can prove a system´s biological activity if it cannot be statistically verified by the analysis of the parent compound alone. Furthermore, TPs allow distinguishing between biological transformation processes and sorption as well as conclusions on transformation reactions and consequently on prevailing environmental conditions.

The **project TrinkWave was funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF)** and focused on the reuse of treated wastewater. In column experiments the elimination of hygienically relevant microorganisms (bacteria and viruses) as well as antibiotic resistances by soil passage and artificial groundwater recharge was investigated. An additional aeration step during the soil passage to set aerobic conditions led to a significant improvement of the elimination rates. Potential pathogens were completely removed and antibiotic resistanc genes decreased several log levels. Investigations in pilot operation have confirmed these positive results.

# Neue Technologien und Produkte

New technologies and products

## Neue Anlagen und Materialien

Geänderte Rahmenbedingungen, neue regulatorische Vorgaben sowie gesellschaftliche Trends führen zu neuen Technologien und Produkten, die bei der Aufbereitung, Desinfektion und Nachbehandlung von Trinkwasser zum Einsatz kommen. Das TZW untersucht diese Innovationen in verschiedenen Forschungsprojekten hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Robustheit und Hygiene für die praktische Anwendung. Hierbei spielen auch Technologien, Produkte und Materialien eine wesentliche Rolle, die bereits in anderen Branchen eingeführt oder etabliert sind. Beispiele sind die Membrantechnik oder die UV-LED-Technologie sowie Hybridverfahren. In Zukunft werden funktionalisierte Materialien an Bedeutung gewinnen. In der Trinkwassernachbehandlung sind neue Produkte zu erwarten, die dem gesellschaftlichen Trend zur Individualisierung Rechnung tragen.

## New systems and materials

As a result of changed framework conditions, new regulatory requirements and social mega trends, there is a constant stream of new technologies and products on the market to treat, disinfect and post-process drinking water at the point of entry. These will be investigated as part of research work related to the efficiency, security, robustness and hygienic safety for practical application. Technologies, products and materials already established or introduced in other industries play a major role. A high technology readiness level (TRL) is also extremely important. Past examples are membrane technology or in future, UV-LED technology and hybrid processes. Functionalised materials will gain significance in future. Entirely new products that take account of the social mega trend of individualisation are expected in drinking water post-processing.

## Trinkwasseraufbereitung

Aktuelle Entwicklungen in der Trinkwasseraufbereitung betreffen den Einsatz energie- und ressourcenschonender Technologien. Daher werden bestehende Verfahren nicht nur hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, sondern auch in Hinblick auf ihre Energie-, Material- und Personaleffizienz optimiert. Auch die Verwertung von Wasserwerksrückständen ist zunehmend von Interesse. In Zukunft werden Geräte sowie Anlagen zur Absicherung von Trinkwasser oder bei Kontaminationen beispielsweise durch Legionellen eine noch wichtigere Rolle spielen. Mehrere Forschungsprojekte am TZW beschäftigen sich mit Materialien und ihrer Eignung, ihrem Langzeitverhalten und ihrer Funktionalität.

## Drinking water treatment

Future developments in drinking water treatment concern the use of energy and resource-saving technologies. Existing processes are not only optimised in terms of their performance but also with regard to their energy, material and personnel efficiency. The recycling of water company residues will gain importance. Devices and systems to safeguard drinking water in the event of contaminations such as Legionella will also become more impor-tant. Research projects at TZW also investigate materials for their long-term behaviour, functionality and suitability.

## UV- und UV-LED-Technologie

Das TZW führt auf dem Gebiet der UV-Technologie verschiedene nationale und internationale Forschungsprojekte durch, da hier eine rasante Entwicklung zu beobachten ist. Dies ist darin begründet, dass UV-Strahler aus energetischen Gründen stets weiter optimiert und perspektivisch durch quecksilberfreie Strahlungsquellen abgelöst werden. Durch UV-LEDs ist ein technologischer Wandel eingetreten, der völlig neue Reaktor- und Überwachungskonzepte bedingt.

## UV and UV LED technology

Rapid development can be observed in the field of UV technology. This lies in the fact that UV emitters are being continuously optimised for energy reasons, and perspectively replaced by mercury-free radiation sources. A technological change will happen with UV LEDs, which requires entirely new reactor and monitoring concepts. At TZW, we are conducting various national and international research projects on this topic.

# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Das TZW hat im zurückliegenden Jahr zahlreiche **Konzeptstudien zur Einführung einer Enthärtung für Wasserversorgungsunternehmen** erstellt und dabei die unterschiedlichen technischen Möglichkeiten unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten ausgearbeitet. Die Einleitung von Konzentraten aus der Aufbereitung wurde in zahlreichen Gesprächen mit Behörden thematisiert. Konventionelle Aufbereitungstechnologien wie Enteisenung und Entmanganung, Flockung sowie die adsorptive Entfernung von organischen Spurenstoffen mit Aktivkohle konnten mit Hilfe der TZW-Experten optimiert werden. Der **Einsatz von Membranverfahren**, sowohl Ultrafiltration als auch Umkehrosmose, wurde für zahlreiche Aufgabenstellungen im Rahmen von Pilotierungen vor Ort geprüft.

Der Klimawandel und die damit einhergehende **Verknappung der Rohwasserressourcen** hatte zur Folge, dass zahlreiche Wasserversorger ihre Versorgungskonzepte auf den Prüfstand stellen ließen. Hier konnte das TZW durch seine fundierten Kenntnisse und seine langjährigen Erfahrungen wichtige Hilfestellungen geben.

Im **Projektverbund KaWaTechSolutions**, der durch das KIT Karlsruhe koordiniert und vom BMBF gefördert wird, wird die Aufbereitung von trübstoffhaltigen, mikrobiologisch belasteten Karstwässern betrachtet. In kleintechnischen Versuchen wurden neben dem konventionellen Verfahrensprozess verschiedene **keramische Membranen** (getauchte Mikrofiltrations- und druckbetriebene Ultrafiltrationsmembranen) sowie neuartige Spül- und Reinigungsverfahren für die Membranen getestet. Das auf Basis der Versuche entwickelte Aufbereitungskonzept wird Partnern in Vietnam zur Verfügung gestellt und soll zukünftig großtechnisch realisiert werden.

Der Einsatz der **UV-LED-Technologie** zur Trinkwasserdesinfektion wurde im BMBF-Projekt MikTeCh untersucht und im Jahr 2019 abgeschlossen. Das TZW hat in diesem Verbundprojekt die Wellenlängenabhängigkeit bei der Abtötung verschiedener trinkwasserrelevanter Mikroorganismen untersucht und grundlegendes Wissen zur Prüfmethodik erarbeitet, um ein Überwachungskonzept bei der Validierung von UV-LED-basierten Systemen zu entwickeln.

Abgeschlossen wurde auch das **Projekt HiPur**, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU und dem DVGW gefördert wurde. In dem von DBI und TZW bearbeiteten Projekt wurden **Filtersande aus der Enteisenung und Entmanganung** hinsichtlich ihrer Eignung zur Entschwefelung von Gasen charakterisiert. Rund 40 % der untersuchten Sande zeigten gute bis sehr gute Adsorptionseigenschaften. Filtersande haben somit als preisgünstiges Nischenprodukt vielversprechende Absatzmöglichkeiten. Durch die regionale Nähe zwischen Wasserwerken und Biogasanlagen können sie zudem regional und umweltfreundlich verwertet werden.

Neu gestartet ist das von BMBF und DVGW geförderte **Verbundforschungsprojekt KonTriSol**. Das Projekt wird durch das IWW koordiniert ...

In 2019, TZW designed various **conceptual studies for water utilities on the implementation of softening units**. In these studies, technical options were evaluated taking into account the local boundary conditions. In this context, brine discharge was discussed extensively with local authorities. Furthermore, TZW's experts optimized conventional treatment technologies like iron and manganese removal, flocculation, and adsorption of organic micro-pollutants onto activated carbon. In numerous waterworks **membrane treatment**, ultrafiltration as well as reverse osmosis, was tested in pilot-scale.

Because of **local raw water scarcity** as one of the consequences of climate change, water utilities started to question their supply concepts. Based on its sound scientific knowledge and long-lasting experience, TZW could give guidance to this process.

The **joint research project KaWaTechSolutions**, coordinated by the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and funded by the German Ministry of Research and Education (BMBF), focusses on the treatment of groundwaters from a karst region, exhibiting high turbidity and microbial contamination. In pilot-scale experiments, conventional treatment as well as treatment with **ceramic membranes** (submerged microfiltration membranes or pressure-driven ultrafiltration membranes) and novel cleaning procedures for the membranes are tested. The treatment concept developed within the project will be made available to the Vietnamese partners and is planned to be realized in full-scale in the near future.

The BMBF-funded research project MikTeCh that investigated the application of **UV-LED technology** for drinking water disinfection was completed in 2019. Within this joint project, TZW studied the wavelength dependence of mortality rates for various micro-organisms relevant for drinking water and compiled basic knowledge for a testing procedure related to the validation of UV-LED based systems.

The research **project HiPur**, which was funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU) and DVGW, was also completed in 2019. The joint project of TZW and DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH investigated the suitability of **filter sands from iron and manganese removal** steps in waterworks for gas desulphurisation. Around 40% of the sands under investigation exhibited good to very good adsorption characteristics. Thus, filter sands, as a cost-effective niche product, have promising sales potential. Due to the local proximity of waterworks and biogas plants they can be recycled regionally and in an environmentally friendly manner.

The **joint research project KonTriSol** funded by BMBF and DVGW was started in 2019. The project is coordinated by IWW and several departments of TZW are involved. It focusses on the **handling of concentrates** from ...

... und befasst sich mit dem **Umgang mit Konzentraten** aus NF/UO-Anlagen in der Trinkwasseraufbereitung und erforscht wissenschaftliche Grundlagen zu ihrer Vermeidung oder Behandlung. Mehrere Abteilungen des TZW wirken daran mit.

Durch die Aktualisierung der Trinkwasserverordnung, die die **Prüfung und Überwachung von Materialien und Produkten im Kontakt mit Trinkwasser** ab 2021 gesetzlich verpflichtend vorschreibt, ergaben sich im Jahr 2019 für das TZW neue Aufgaben. Dazu zählt die Einführung einer neuen Prüfsystematik für Werkstoffe und Materialien im Kontakt mit Trinkwasser. Aus diesem Grund wurde die Kooperation mit der DVGW Cert GmbH intensiviert, um zukünftig die Prüfung und Zertifizierung noch besser am Markt zu etablieren. Mit der Einführung der **Bewertungsgrundlage für Kunststoffe und andere organische Materialien** im Kontakt mit Trinkwasser durch das Umweltbundesamt wurden auch neue Anforderungen an die Prüfung von Rohren für die Hausinstallation formuliert. Daher war gerade auf diesem Sektor eine deutlich höhere Auslastung zu verzeichnen. Die Hersteller stammen dabei nicht nur aus Deutschland und Europa, sondern auch aus dem asiatischen Raum. Ebenso bestand speziell in der **Produktüberwachung** ein hohes Arbeitsaufkommen, was eine weltweite Betreuung von Kunden durch die TZW-Mitarbeiter bedeutete. Der Trend zur Nachbehandlung von Trinkwasser beim Kunden führt zu neuen Produkten und Prüfnormen. Daher ist das TZW in zahlreichen Normungs- und Beratungsgremien des CEN, DIN und des UBA vertreten. Für die Prüfstelle Wasser konnte im Jahr 2019 im Rahmen der Akkreditierung nach DIN EN 17025 sowohl das Überwachungsaudit bestanden als auch die Anpassung des QM-Systems erfolgreich umgesetzt werden.

Im DVGW-geförderten Forschungsvorhaben „Studie zum **Vorkommen von Bisphenol A und Nonylphenol im Trinkwasser**“ wurden im Jahr 2019 über 60 Trinkwasserproben aus der Routineüberwachung und über 40 Wasserproben entlang des Fließwegs Aufbereitung – Verteilung – Verwendung bei mehr als 30 Wasserversorgern auf die Parameter Bisphenol A und Nonylphenol untersucht. Dies stellt eine belastbare Datenbasis dar, um abschätzen zu können, wie relevant Einträge von BPA und NP in das Trinkwasser in Deutschland sind. In keiner der untersuchten Proben konnte BPA oder NP in Konzentrationen über der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/L für BPA und 0,025 µg/L für NP gefunden werden. Somit stellt die Einführung eines Parameterwerts von 2,5 µg/L für BPA über die Trinkwasserrichtlinie keine Herausforderung für Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland dar.

... NF/RO units in waterworks and investigates the scientific bases for mitigating concentrates as well as for their treatment.

The latest update to the German Drinking Water Ordinance stipulates that **testing and monitoring of materials and products in contact with drinking water** is legally required from 2021, resulting in new tasks for TZW in 2019. One such task is the introduction of a new testing system for materials that come into contact with drinking water. For this reason, TZW has intensified its cooperation with DVGW Cert GmbH in order to better establish testing and certification on the market in the future. The introduction of **evaluation criteria for plastics and other organic materials** in contact with drinking water (KTW evaluation criteria of the German Federal Environment Agency) has also meant that new requirements have been specified for the testing of pipes for domestic installation. A significantly higher workload has therefore been reported, particularly in this area. The manufacturers are not just from Germany and Europe, but also from Asia. There has been a high workload in **product monitoring,** which has meant that TZW employees have needed to support customers all over the world. The trend towards secondary treatment of drinking water by customers is leading to new products and testing standards. TZW is therefore represented in numerous standardisation and advisory bodies of CEN, DIN and the Environment Agency. As part of accreditation according to DIN EN 17025, the Test Centre passed the monitoring audit and successfully implemented the adaptation of its QM system in 2019.

In the DVGW-funded research project “Study into the **presence of bisphenol A and nonylphenol in drinking water**”, more than 60 drinking water samples from routine monitoring and more than 40 water samples along the flow path of ‘treatment – distribution – use’ from more than 30 water suppliers were analysed for bisphenol A and nonylphenol parameters in 2019. This represents a robust database which helps to estimate how relevant BPA and NP entries are in drinking water in Germany. Neither BPA nor NP could be found in any of the analysed samples at concentrations above the analytical limit of detection of 0.005 µg/L for BPA and 0.025 µg/L for NP. Consequently, introducing a value of 2.5 µg/L for BPA via the drinking water directive is not an issue for German water supply companies.

# Asset-Management und Infrastruktur

Asset management and infrastructure

## Modellgestützter Rohrnetzbetrieb

Schwerpunkt dieses Arbeitsfeldes ist die Sicherung der Wasserbeschaffenheit bei der Verteilung unter sich ändernden Randbedingungen. Der Einsatz intelligenter Algorithmen zur Erkennung von Wasserverlusten und des kurzfristigen und langfristigen Wasserbedarfs wird zukünftig an Bedeutung gewinnen. Am TZW entwickelte Prozessbeschreibungen, Werkzeuge und Managementstrategien werden so weiterentwickelt, dass diese mit der vorhandenen IT-Struktur bei den Versorgungsunternehmen verknüpft bzw. genutzt werden können.

## Model-based pipeline operation

The objective of the field of model-based pipeline operation is to ensure water quality at the point of distribution under variable boundary conditions. The use of calculation and simulation models will gain increasing importance. Process descriptions, tools and management strategies developed at TZW are further improved in such a way that they can be linked or used with the existing IT structure at the utilities.

## Entwicklung optimierter Instandhaltungsstrategien

Grundlage für die Entwicklung optimierter Instandhaltungsstrategien ist eine Zustandsbewertung des Versorgungsnetzes. Neben den Rohrleitungen ist der Fokus zunehmend auf die Armaturen zu richten. Mit dem Ziel der Optimierung des Aufwands für den Betrieb der Versorgungsnetze gilt es, Konzepte für die zukünftige Netzgestaltung und Wege für deren schrittweise Umsetzung in bestehenden Systemen zu entwickeln. Dies betrifft sowohl die Netzstrukturen als auch die hydraulische Auslegung sowie den Materialeinsatz. Hierbei sind auch Zielnetze im Verbund mit regionalen Versorgungsstrukturen zu berücksichtigen.

## Optimised maintenance strategies

The principles for developing optimised maintenance strategies are to assess the condition of the supply network, to evaluate the possible extent of damage both in the case of supply failure and related to destruction caused by a burst water pipe. With the aim of reducing the time and effort involved in operating the supply networks in future, it makes sense to develop concepts for future network design and ways to implement this into existing systems in stages. This includes the network structures as well as the hydraulic installation and the use of materials. Target networks should be considered in connection with regional supply structures.

## Prüfung von Materialien

Die Prüfung von Materialien ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass bei der Wasserverteilung nur Materialien zum Einsatz kommen, die zu keiner negativen Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit führen können. Dabei sind auch Hilfsstoffe zu berücksichtigen, die bislang teilweise wenig beachtet wurden. Zudem ist die Materialprüfung ein entscheidender Bestandteil der Zustandsbewertung von Anlagen der Wasserverteilung als Voraussetzung für die Entwicklung und Umsetzung risikobasierter Sanierungsstrategien.

## Material testing

Material testing is a key requirement for the use of materials in water distribution that have no negative affect on water quality. Auxiliary materials that have been given little attention to date, should also be considered. Material testing is also a decisive part of assessing the condition of water distribution systems as a requirement for developing and implementing risk-based rehabilitation and asset-management strategies.

## Trinkwasser-Installationen

Die Sicherung der Wasserbeschaffenheit in der Trinkwasser-Installation wird neben dem Einsatz geeigneter Materialien wesentlich vom Betrieb der Installation bestimmt. Diesen gilt es so zu gestalten, dass die mikrobiologische Beschaffenheit in der Trinkwasser-Installation gesichert wird. Hierzu laufende Forschungsvorhaben sollen einzuhaltende Randbedingungen klären.

## Drinking water installations

Ensuring water quality in drinking water installations is determined by the use of suitable materials but essentially by the operation of the installation. The operation should be designed in a way that ensures microbiological quality in the drinking water installation. Ongoing research projects on this topic are intended to clarify the boundary conditions to be met.

## Online-Daten auswerten

Neben der Weiter- bzw. Neuentwicklung von Sensoren, die die Erfassung neuer Parameter erlaubt, konzentrieren sich die Arbeiten auf die Datenauswertung. Wichtige Schwerpunkte sind hier unter anderem die automatisierte Erkennung von Sensorfehlanzeigen, Güteveränderungen sowie die Entwicklung datengetriebener Modelle zur Prozesssteuerung.

## Evaluation of online data

In addition to the further development or redevelopment of sensors that permit new parameters to be recorded, research work at TZW is concentrated on data evaluation. Key priorities include the automatic detection of false sensor indications, quality changes and the development of data-driven models for process control.

## Struktur- und Versorgungskonzepte

Die Experten am TZW erstellen Struktur- und Versorgungskonzepte, die an veränderte Rahmenbedingungen, wie den Klimawandel oder die demographische Entwicklung, angepasst sind.

## Structural and supply concepts

The experts at TZW develop structural and supply concepts that are adapted to changing conditions, such as climate change or the demographic development.

# Schwerpunkte 2019

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft geförderten Verbundprojekt „Intelligente Messverfahren zur Prozessoptimierung von Trinkwasserbereitstellung und Verteilung“ hat das TZW das Projekt „**Ressourcenschonende Spülstrategien für Trinkwasserleitungen** zur Vermeidung von Qualitätsveränderungen“ durchgeführt. Das Projekt „Anforderungen an den bestimmungsgemäßen **Betrieb kaltgehender Trinkwasserinstallationen unter dem Gesichtspunkt der Vermehrung von Legionellen**“ war ein vom DVGW gefördertes Vorhaben. Beide Projekte wurden 2019 erfolgreich abgeschlossen.

Neu begonnen wurde das **EU-Projekt „Anpassung der FIWARE-Plattform (Datenanalysen Services) auf die Wasserwirtschaft“** im Rahmen des EU-Calls zum Thema Digitalisierung. FIWARE4Water beabsichtigt, den Wassersektor an die Plattform FIWARE anzubinden. Mehrere Schnittstellen und Tools werden für Endnutzer des Wassersektors entwickelt und anhand von Beispielen demonstriert.

Das im Jahr 2019 gestartete **DVGW-Vorhaben „Erhöhte Wassertemperaturen“** zielt darauf ab, Grundlagen zum Umgang mit der Problematik hoher Wassertemperaturen im Verteilungssystem zu erarbeiten. Darin wird in einer Modellstudie der Einfluss unterschiedlicher natürlicher und anthropogener Wärmequellen auf die Temperaturerhöhung der oberen Bodenzone und insbesondere der darin liegenden Trinkwasserleitungen und des Leitungswassers untersucht. →

# Priorities 2019

In the joint project „Intelligent measuring methods for process optimisation of drinking water supply and distribution“, funded by the Federal Ministry of Economics, the TZW has carried out the project **„Resource-saving flushing strategies for drinking water pipes** to avoid quality changes“. The project „Requirements for the proper **operation of cold drinking water installations with regard to the reproduction of legionella**“ was a DVGW-funded project. Both projects were successfully completed in 2019.

**The EU project „Adaptation of the FIWARE platform (data analysis services) to the water industry“** was newly started within the EU call on digitisation. FIWARE4Water intends to connect the water sector to the FIWARE platform. Several interfaces and tools will be developed for end users of the water sector and demonstrated with examples.

The **DVGW project „Increasing water temperatures“**, which was launched in 2019, aims to develop basic principles for dealing with the problem of high water temperatures in the distribution system. In a model study, the influence of different natural and anthropogenic heat sources on the temperature increase of the upper soil zone and, in particular, of the drinking water pipes and tap water will be investigated. →

Der Schwerpunkt der Arbeiten für Wasserversorgungsunternehmen lag auf der **Erarbeitung zustandsorientierter Spülpläne**, wobei Trinkwassernetze mit einer Länge von > 500 km untersucht wurden. Ein weiterer Fokus lag auf der Zustandsbewertung von Schiebern basierend auf der Erfassung spezifischer Zustandsdaten. Darüber hinaus wurden Wasserversorger in zahlreichen Fällen zur Identifikation von Eintragswegen und der Entwicklung von **Vermeidungsstrategien bei aufgetretenen mikrobiologischen Güteproblemen** unterstützt. Ein Monitoring zur Besiedlung des Trinkwasserverteilungssystems **mit Invertebraten** wurde für mehrere Unternehmen im Zuge von Netzspülungen durchgeführt. Neu etabliert wurde die Beratung von Unternehmen zur Identifikation von Wasserverlusten. Die Untersuchungen von Durchflussdaten basieren dabei auf spezifischen Algorithmen.

Das **Thema Korrosion** war in einer Reihe von Fragestellungen von Wasserversorgungsunternehmen relevant. Neben baubegleitenden Beratungen standen insbesondere Zustandsbewertungen von bestehenden Verteilungsanlagen im Zentrum des Interesses. So untersuchten und bewerteten die Experten des TZW beispielsweise die Qualität der Bauausführung bei einem Trinkwasserspeicher insbesondere auf Fehlstellen wie Lunkern und Poren in den Betonwänden und der Bodenplatte hin. Bei Zustandsbewertungen von Verteilungsanlagen war das TZW gefragt, die Restlebensdauer einer mehrere Kilometer langen Versorgungsleitung aus Stahl abzuschätzen. Hierbei lag der Fokus insbesondere darauf, die Aggressivität des Erdreichs gegenüber dem Leitungswerkstoff zu ermitteln.

Ein weiterer Schwerpunkt waren im Jahr 2019 Schäden durch **Entzinkung an Wasserzählern**. Unabhängig voneinander übergaben mehrere Versorgungsunternehmen schadhafte Wasserzähler zur Bewertung an das TZW. Aufgrund des sich jeweils ähnelnden Schadensbildes gilt es in weiteren Untersuchungen zu eruieren, ob hier ein grundsätzliches, beispielsweise werkstoffbedingtes Problem vorliegt.

Im Bereich der Trinkwasserinstallationen gab es unter anderem **Mängelanzeigen aufgrund von sichtbaren Auffälligkeiten** wie weißen Schlieren im Wasser oder auf Grund von hohen Bleigehalten. Durch geeignete Probenahmestrategien in Kombination mit der Zustandsbewertung der Installation sowie der Identifizierung der eingesetzten Werkstoffe konnte in den meisten Fällen eine direkte Ursache für die Auffälligkeiten benannt werden. Auftraggeber für die Untersuchungen waren meist Wohnungsbaugesellschaften und Hausverwaltungen.

The main focus of the work for water supply companies was the **development of condition-oriented flushing plans**, whereby drinking water networks with a length of > 500 km were investigated. A further focus was on the condition assessment of valves based on the collection of specific condition data. Furthermore, water utilities were supported in a number of cases to identify sources of microbiological contamination and to develop **strategies to avoid microbiological quality problems**. Based on systematic flushing, a monitoring of the colonisation of the drinking water distribution system **with invertebrates** was carried out for several companies. Newly established was the support of companies to identify water losses. Specific algorithms are used to analyse flow data.

**Corrosion** was a relevant topic for a range of issues faced by water supply companies. In addition to consultation during construction, stakeholders were particularly interested in condition assessments of existing distribution systems. For instance, the TZW experts investigated and evaluated the construction quality of a drinking water reservoir, particularly for flaws such as cavities and pores in the concrete walls and the base plate. When the condition of distribution systems was being assessed, TZW was asked to estimate the residual service life of a steel supply line several kilometres long. The main focus of this work was to establish the aggressiveness of the soil to the pipe material.

Another main focus in 2019 was on damage caused by **dezincification at water meters**. Several supply companies provided TZW with damaged water meters for assessment, independently of each other. Since the damage was similar in each case, this requires further investigation to determine whether there is a fundamental problem relating to the material, for instance.

In the drinking water installation area there have been **defect notices due to visible anomalies** such as white streaks in the water or because of high lead levels, among other things. By combining suitable sampling strategies with assessments of the installation condition and identifying the materials that were used, and it was possible to identify a direct cause for the anomalies in the majority of cases. The clients for the investigations were mainly housing construction and property management companies.

# Sicherheit, Digitalisierung und Management

Safety and security, digitalisation and management

## Sicherheit

Der Begriff Sicherheit umfasst sowohl den Normalbetrieb (safety) als auch außergewöhnliche Krisensituationen (security). Das TZW ist mit Forschungsarbeiten in beiden Bereichen aktiv und berät bei der Erhöhung der Sicherheit im Normalbetrieb bei kleinen Wasserversorger, die wenig personelle Ressourcen aufweisen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Bewertung und Verbesserung der Sicherheit hinsichtlich des Eintrags toxischer Stoffe oder pathogener Organismen ins Trinkwasser.

## Safety and security

The concept of safety and security comprises both normal operation (safety) and exceptional (crisis) situations (security). TZW conducts research into both areas to constantly increase the safety and security of drinking water supply. A focus is on the improvement of security during normal operation for small water suppliers who have limited staff resources as well as evaluation and safeguarding the security with regard to the entry of toxic substances or pathogens into drinking water.

## Digitalisierung

Digitale Transformation findet in der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den unterschiedlichsten Bereichen statt. Dabei kristallisieren sich einige Fokusbereiche heraus. Dazu zählen die Datenerfassung (z. B. Sensoren), die Datenhaltung (z. B. Datenbanken), datengetriebene Applikationen (z. B. Vorhersagemodelle) und die IT-Sicherheit. Stark forschungsorientiert sind neue Anwendungen in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Blockchain.

## Digitalisation

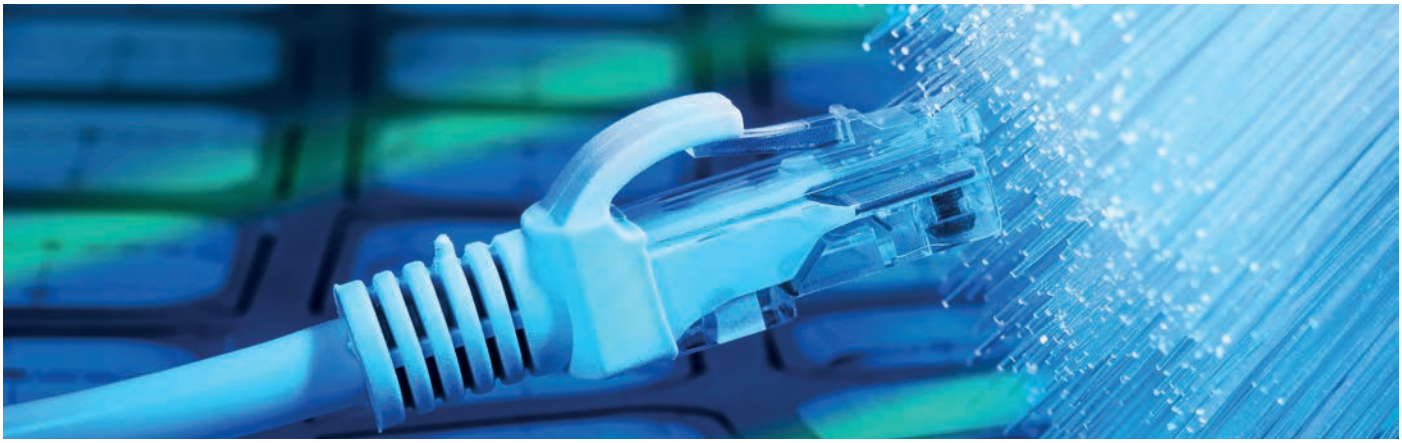
Digital transformation is taking place in the most varied areas of public drinking water supply. The following focus areas have recently emerged: Data collection (e.g. sensors), data management (e.g. databases), data-driven applications (e.g. forecasting models) and IT security. New applications in the fields of artificial intelligence and block chain are strongly research-oriented.

## Management

Roadmap DVGW-Forschung Wasser: Eines der ersten Forschungsprogramme des DVGW für den Bereich Wasser entstand bereits im Jahr 1982. Seitdem werden die Forschungsprogramme regelmäßig aktualisiert. Auf Basis von Erfahrungen aus der Kooperation mit Wasserversorgungsunternehmen einerseits und aus der internationalen Vernetzung andererseits wirkt das TZW aktiv bei der Aktualisierung der DVGW-Forschungsprogramme mit. Das Erkennen von Trends mit Hilfe von Scouting sowie das Festlegen und Kommunizieren adäquater Vorgaben ist Bestandteil eines jeden effektiven Forschungsmanagements. Daher widmet sich das TZW dem Thema in einem aktuellen Projekt. Die Identifikation neuer Techniken und Technologien bzw. von Trends und Entwicklungen ist für die Zukunftsfähigkeit der Forschung unentbehrlich.

## Management

Roadmap of DVGW water research: One of the first research programmes of the DVGW for the water sector started in 1982. Research programmes have been regularly updated ever since. Based on experiences from cooperating with water supply companies on one side and international networks on the other, TZW actively contributes to updating the DVGW research programmes. Recognising trends with the help of scouting, as well as defining and communicating adequate guidelines, is part of any effective research management. Therefore, TZW dedicates itself to this topic in a current project. The identification of new techniques and technologies or of trends and developments is indispensable for the sustainability of research.



# Schwerpunkte 2019

Priorities 2019

Welche Technologien der Zukunft können in der Wasserversorgung eingesetzt werden? Welche Trends zeichnen sich auf dem nationalen und internationalen Wassermarkt, aber auch in branchenfremden Bereichen ab? Welche Auswirkungen hat dies auf die Roadmap der DVGW-Forschungsstrategie Wasser? Diese Fragen sind Gegenstand eines im Jahr 2019 begonnenen Verbundforschungsprojektes zum Thema **Innovationsscouting für das Wasserfach**, das vom DVGW finanziert und vom TZW koordiniert wird.

Dabei stehen zwei Hauptarbeitsgebiete im Fokus:
Praxisscouting und Trendbeobachtung.

Das **Praxisscouting** dient dazu, technische Lösungen für konkret anstehende Fragestellungen der Wasserversorger aufzufinden. Dazu wurde ein strukturierter Dialogprozess mit persönlichen Interviews unter innovativen Wasserversorgern abgeschlossen. Im Ergebnis wurden jeweils drei Top-Themen herausgearbeitet.

Die **Trendbeobachtung** hat die Aufgabe, Trends und neue Treiber in der Wasserbranche zu identifizieren. Nach einem Abgleich mit übergeordneten Megatrends können sie in die DVGW-Forschungsstrategie „Wasser 2025“ einfließen.

Während der gatlwat 2019 in Köln organisierte das TZW ein Werkstattgespräch unter der Überschrift **„Innovationsscouting Wasser: Was können wir von Anderen lernen?“**. Darin präsentierten die Referenten aus anderen Branchen (Chemieindustrie, Bauindustrie, Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie) innovative digitale Produktbeispiele, die auch für Wasserversorger relevant sein können.

Which technologies are promising in the field of drinking water supply in the future? What trends are emerging on the national and international water market, but also in areas outside the water industry? Which conclusions are resulting on the roadmap for the research strategy of the German Gas and Waterworks Association (DVGW)? These and corresponding questions are subject of a joint research project on i**nnovation scouting for the water supply sector** that was started in 2019. The project is funded by the DVGW. TZW is responsible for co-ordination.

The project focuses two central work packages summarized by
“Practice scouting” and “Trend monitoring”.

**“Practice scouting”** will identify technical solutions in full scale for specific questions. Water supply companies are suggesting appropriate scouting topics. For this purpose, a structured dialogue process by personal interviews among innovative water suppliers was completed. Three top topics are identified already.

**“Trend monitoring”** is the identification of new research fields and technological drivers in the water industry as well as in associated fields. After coupling with megatrends, future trends in their early stages will be detected. These may act as a source for updating the research strategy of the DVGW.

During gat l wat conference and fair in Cologne in 2019, the TZW organized a panel discussion under the title **„Innovation scouting for water supply: looking behind other industries“**. During the panel speakers from other sectors such as chemical industry, construction industry, agriculture and food industry presented innovative digital product solutions that could be relevant for water suppliers after adaption in the future.

# Projekte

Projects

**Das breite Themenspektrum des TZW zeigt sich in den vielfältigen Forschungsarbeiten zum gesamten Wasserkreislauf. Unsere Kompetenz stützt sich auf die Ergebnisse von diesen jährlich rund 50 Forschungsprojekten, die von nationalen oder internationalen Fördermittelgebern finanziert werden. Hier präsentieren sich ausgewählte Projekte, die am TZW im Jahr 2019 abgeschlossen wurden.**

**The wide range of topics covered by TZW is reflected in the diverse research activities on the entire water cycle. Our expertise is based on the results of these approximately 50 research projects per year, which are financed by national or international funding bodies and agencies. A selection of projects completed in 2019 at TZW are listed below.**

4

# Belastung der Umwelt mit Bioziden realistischer erfassen

## Assessing the environmental contamination with biocides

**Die vom TZW-Labor optimierten Analyseverfahren ergaben belastbare Daten.**
**The analytical methods optimised by the TZW laboratory yielded reliable data.**

Mehr als 450 Proben aus 29 kommunalen Kläranlagen, Regenklärbecken und Regenüberlaufbecken wurden im Rahmen eines durch das Umweltbundesamt (UBA) geförderten Projektes analysiert. Ziel des Projektes war es, die Relevanz der einzelnen Quellen für den Eintrag von Biozidwirkstoffen und deren Transformationsprodukten in die Gewässer zu beurteilen. Projektpartner waren das TZW und das Institut für Wasser und Gewässerentwicklung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Im Vorfeld des Monitorings wurden die Analysenverfahren so optimiert, dass für eine Vielzahl der untersuchten Stoffe belastbare Daten erhalten werden konnten. Durch einen Vergleich der Konzentrationen im Zu- und Ablauf von fünf Kläranlagen konnten Aussagen zur Elimination der Stoffe bei der konventionellen Abwasserreinigung getroffen werden. Die zusätzliche Analyse von Klärschlammproben erlaubte eine Unterscheidung zwischen mikrobiellem Abbau und Sorption. Ein Vergleich der Frachten, die über den Ablauf von Kläranlagen, über Regenklärbecken und über Regenüberlaufbecken in die Vorfluter abgegeben werden, ermöglicht eine substanzspezifische Beurteilung der relativen Bedeutung der einzelnen Pfade. Für insgesamt zwölf Einzelstoffe wurden repräsentative mittlere Konzentrationen und Emissionsfaktoren abgeleitet. Mit diesen Daten können erstmalig valide mittlere Konzentrationen in Beziehung zu Umweltqualitätskriterien, wie UQN- oder PNEC-Werten, gesetzt werden.

Within a research project funded by the German Environment Agency (UBA), more than 450 samples from 29 municipal wastewater treatment plants (WWTPs) and several rain purification and rain overflow basins were analysed in order to assess the relevance of different sources for the discharge of biocidal agents and their transformation products into surface waters. The project was a joint research activity of TZW and the Institute for Water and River Basin Management at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

Prior to the monitoring, the analytical methods were optimized in order to obtain a reliable database for the majority of compounds. By comparing WWTP influent data and WWTP effluent data, information on the removal of compounds during conventional wastewater treatment could be derived. Additional analysis of sewage sludge samples allowed to distinguish between sorption and microbial degradation. By comparing the loads discharged from several sources, the relevance of different emission pathways could be elucidated for each individual compound. For 12 biocidal agents, representative average concentrations and emission factors could be derived. Using these data, valid average concentrations could be compared to environmental threshold values like EQS or PNEC values.

### Kontakt / Contact

**Dr. Frank Sacher**
**T** +49 721 9678-120
**E** frank.sacher@tzw.de

# Höherwertige Nutzung von Wasserrückständen zur Aufbereitung von Gasen

## Higher-grade use of water residues to treat gases

Ziel des Projekts HiPur war die experimentelle Untersuchung von Filtersanden aus Wasserwerken auf ihre Eignung zur Adsorption von Schwefelwasserstoff sowie die wirtschaftliche Potenzialanalyse zur Anwendung dieser Sande als Gasreinigungsmasse in Biogasanlagen. Das Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und den DVGW gefördert. Projektpartner waren die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, das TZW und die Hamburger Wasserwerke GmbH.

Circa 40 % der untersuchten Sande zeigten gute bis sehr gute Adsorptionseigenschaften im Vergleich zu kommerziellen Adsorbentien.Die Untersuchungen haben ergeben, dass die Nutzung von Filtersanden als Gasreinigungsmasse in Biogasanlagen sowohl technisch als auch betriebswirtschaftlich als vielversprechend einzustufen ist.

Zusätzlich ist der nachhaltige Umgang mit Ressourcen durch die höherwertige Nutzung des „Abfallproduktes“ Filtersand hervorzuheben. Es könnten zudem Gewinne mit den Filtersanden als preisgünstigem Nischenprodukt generiert werden. Durch die regionale Nähe zwischen Wasserwerken und Biogasanlagen könnten sie umweltfreundlich verwertet werden. In dem angestrebten DBU-Folgeprojekt „Fabio“ sollen die Ergebnisse aus „HiPur“ in einem Feldtest an realen Anlagen validiert und die Verfahrensentwicklung vorangetrieben werden.

The objective of the HiPur project was to investigate the suitability of filter sands for the adsorption of $H_2S$ as well as the economic potential analysis for application as a gas cleaning agent in biogas plants. The higher-grade use of water residues to treat gases (HiPur) project is a research project funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU) and conducted in cooperation with DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe (German Water Centre, TZW) and Hamburger Wasserwerke GmbH (Hamburg Water Works).

The investigations showed that approx. 40 % of the investigated sands had good to very good adsorption properties. The project indicated the higher-grade use of filter sands as a gas cleaning agent in biogas plants as a promising application in both aspects, technically and economically.

It was shown that filter sands, as a cost-effective niche product, have promising sales potential and can be recycled regionally and in an environmentally friendly manner as a result of the regional proximity of water works and biogas plants. A series of questions arose during the project, in particular related to the industrial implementation under real conditions and therefore a follow-up project “Fabio” was prepared to validate the process under field test conditions on real facilities.

**Filtermaterialproben für die RAMAN Untersuchungen**
**Samples of filter material for RAMAN analysis**

## Kontakt / Contact

**Dr. Pia Lipp**
**T** +49 721 9678-127
**E** pia.lipp@tzw.de

# Online-Erfassung pathogenbürtiger Wasserverunreinigungen

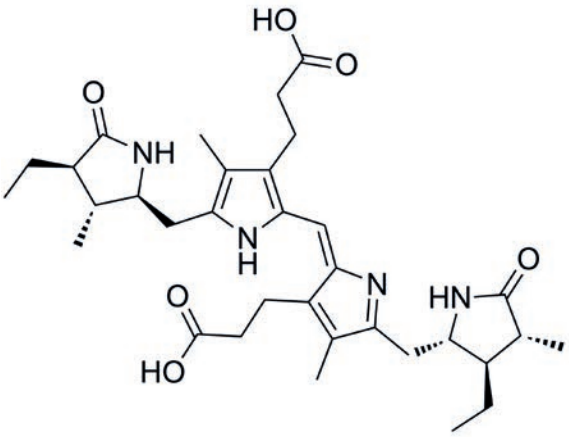
## Online detection of pathogen-borne water contamination via faecal pigments

In dem deutsch-indischen Forschungsvorhaben Fec-Online wurde eine Methodik sowie ein Onsite-Messgerät entwickelt, mit dem die fluoreszenzspektroskopische Erfassung von Indikatoren fäkaler Verunreinigungen (Fäkalpigmente, FP) möglich wird. Die Pigmentanalyse ist sehr effektiv und für die Frühwarnung gegen Cyanotoxine in Wasser seit langem im Einsatz. Während Algenpigmente direkt gemessen werden können, sind die Fäkalpigmente von geringerer Konzentration, sodass die Empfindlichkeit sowie die Selektivität der Methode verbessert werden musste. Das Projekt wurde vom DLR Projektträger gefördert.

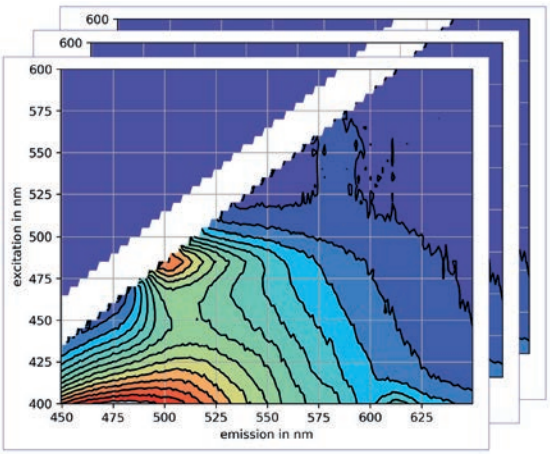
Im Ergebnis wurde eine Methode entwickelt, die auf die Komplexierung von FP mit Übergangsmetallen basiert und zu einer deutlichen Empfindlichkeitssteigerung der FP-Fluoreszenz führt. Die Eignung der FP-Fluoreszenz als Indikator für fäkale Bakterien wie Enterokokken oder *E. coli* wurde durch ein Überwachungsprogramm an verschiedenen Oberflächengewässern sowie Kläranlagenzu- und -abläufen untersucht. Dabei wurden die Analysen neben bakteriologischen Untersuchungen auch über eine chromatographische Methode (LC-MS) zur Erfassung von FP abgesichert. Im Ergebnis konnten signifikante Korrelationen zwischen der FP-Fluoreszenz und den mikrobiologischen Parametern ermittelt werden. Die Firma bbe Moldaenke entwickelte und fertigte dazu einen Prototyp für ein Onsite-Gerät, das FP mittels Fluoreszenz bestimmt.

In the Indo-German research project Fec-Online, a methodology and an on-site measuring device were developed for the fluorescence spectroscopic detection of indicators (faecal pigments, FP) of faecal contaminants. The pigment analysis is very effective and has been used for early warning against cyanotoxins in water for a long time. While algal pigments can be measured directly, faecal pigments are of lower concentration, so that the sensitivity as well as the selectivity of the method had to be improved. The project was funded by DLR Project Management Agency.

As a result, a method based on the complexation of FP with transition metals was developed, which leads to a significant increase in sensitivity of FP fluorescence. Within the scope of a monitoring program at different surface waters as well as sewage plant inflows and outflows, the suitability of FP fluorescence as an indicator for faecal bacteria (Enterococci, *E. coli*) was investigated. The fluorescence spectroscopic analyses were validated by bacteriological investigations and also by a chromatographic method (LC-MS) for the detection of FP. As a result, significant correlations between FP fluorescence and microbiological parameters (Enterococci, *E. coli*) could be determined. In addition, bbe Moldaenke developed and manufactured a prototype for an onsite device that determines FP by means of fluorescence. Within the scope of the monitoring program, it was shown that in principle it is suitable for the determination of FP fluorescence.




**Fäkale Pigmente / Fecal Pigments**



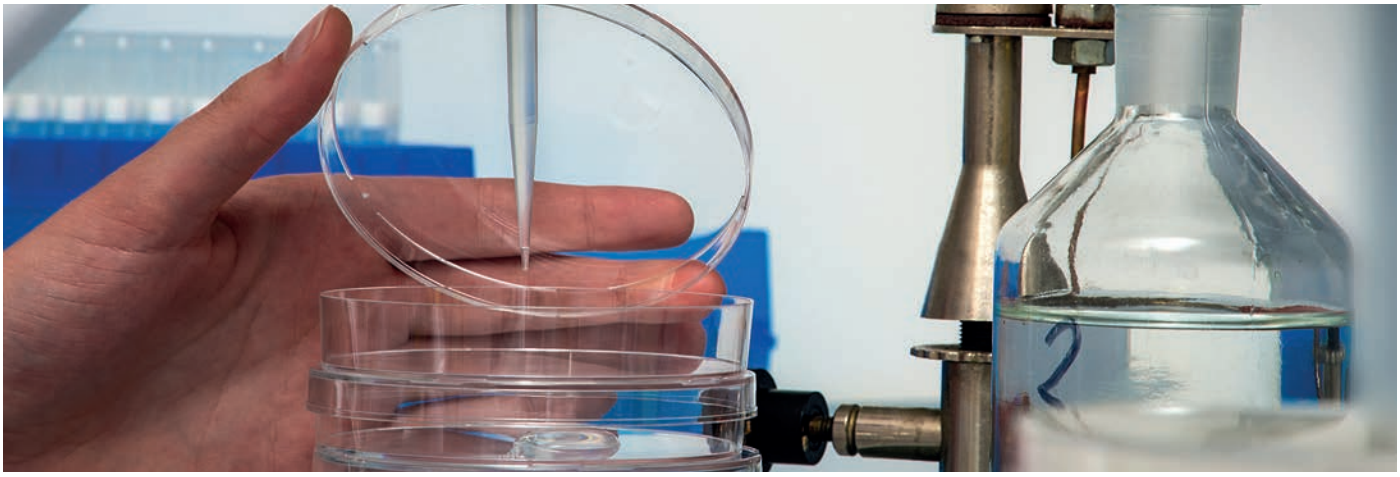

**Fluoreszenz eines Fäkalpigments / Fluorescence of a faecal pigment**

## Kontakt / Contact

**Dr. Martin Wagner**
**T** +49 351 85211-56
**E** martin.wagner@tzw.de

# Vermehrung von Legionellen im Kaltwasser

## Propagation of Legionella in cold water



**Im Vergleich zu anderen Bakterien ist der Vermehrungsprozess von Legionellen deutlich komplexer.**
**Compared to other bacteria, the reproduction process of Legionella is much more complex.**

Dieses vom DVGW geförderte Forschungsprojekt liefert neue Prozessvorstellungen zur Vermehrung von Legionellen in Trinkwasserinstallationen. Dazu wurden umfangreiche Untersuchungen unter Laborbedingungen, mit Trinkwassermodellinstallationen sowie in Objekten durchgeführt.

Es zeigte sich, dass die Legionellenkonzentration in einem System maßgeblich durch die Faktoren Wassertemperatur, Biofilmbeschaffenheit, Durchflussprofil und Nährstoffgehalt der verwendeten Materialien bestimmt wird. Eine Vermehrung von Legionellen findet ausschließlich in Amöben bei einer Wassertemperatur von > 25 °C statt. Bei Wassertemperaturen von > 25 °C ist die Geschwindigkeit der Vermehrung von Legionellen und auch das Maximum von den Systembedingungen abhängig. Von besonderer Relevanz ist die Biofilmbeschaffenheit, da diese durch das Nährstoffangebot die Vermehrungsgeschwindigkeit von Amöben beeinflusst.

Im Ergebnis wurden Schlussfolgerungen für die Regelwerke des Wasserfachs abgeleitet, die als Grundlage für deren Weiterentwicklung herangezogen werden können. Zudem sind die Ergebnisse auch für die Praxis nutzbar. Maßnahmen zur Vermeidung der Vermehrung von Legionellen in der Trinkwasser-Installation können damit fundiert abgeleitet werden.

This DVGW funded research project provides new insights into the processes of Legionella propagation in drinking water installations. Extensive investigations were carried out under laboratory conditions, with drinking water model installations and in objects.

It was shown that the Legionella concentration in a system is significantly determined by the factors water temperature, biofilm composition, flow profile and nutrient content of the materials used. A proliferation of Legionella only takes place in amoebae at a water temperature of > 25 °C. At water temperatures of > 25 °C the velocity of the propagation and also the maximum concentration depends on the system conditions. The biofilm composition is of particular relevance as it influences the nutrient supply and the reproduction rate of the amoeba.

As a result, conclusions for the rules and regulations of the drinking water sector were derived, which can be used as a basis for their further development. In addition, the results can also be used in practice. On this basis, well-founded measures to prevent the propagation of Legionella in drinking water installations can be derived and evaluated.

## Kontakt / Contact

**Dr. Andreas Korth**
**T** +49 351 85211-54
**E** andreas.korth@tzw.de

# Wirkungsbezogene Analytik: Ein neuer Ansatz zur orientierenden Bewertung organischer Spurenstoffe

## Effect-based analysis as a new approach for the indicative assessment of organic micropollutants in drinking water resources and in treatment processes

**Projektpartner in dem vom DVGW geförderten Projekt war die Landeswasserversorgung mit ihrem Wasserwerk in Langenau.**
**Project partner in the DVGW-funded project was the Landeswasserversorgung with its Langenau waterworks.** © Landeswasserversorgung Stuttgart

Da für einen Wasserversorger neben der hygienischen Sicherheit die toxikologische Unbedenklichkeit des abgegebenen Wassers höchste Priorität hat, werden Verfahren zur Ermittlung von Wirkungen der im Wasser vorliegenden Spurenstoffe benötigt. Die chemische Analytik ist bereits in der Lage, eine Vielzahl von organischen Spurenstoffen empfindlich nachzuweisen. Eine Identifizierung sämtlicher in einer Wasserprobe vorhandenen Spurenstoffe, die eine vollständige toxikologische Beurteilung erlaubt, ist derzeit allerdings nicht möglich. Die WirkungsBezogene Analytik (WBA) stellt eine wichtige Ergänzung dar. Im Projekt kam eine Kopplung von Hochleistungs-Dünnschichtchromatographie (HPTLC) mit in vitro-Biotests zum Einsatz. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass nicht die Summenwirkung, sondern einzelne Fraktionen der Probe hinsichtlich ihrer Wirkungen untersucht werden können.

Ziel des Projekts war, die Möglichkeiten und die Aussagekraft der WBA für den Bereich der Wasseraufbereitung aufzuzeigen. Dafür wurde eine Methode entwickelt, um Proben mit realen Spurenstoffkonzentrationen auf ihre Wirkungen hin zu untersuchen. Neben Versuchen einer simulierten Aufbereitung mittels kontinuierlicher Ozonung in Kombination mit einer biologisch aktiven Langsamsandfiltration wurden Realwässer von elf Wasserversorgern aus ganz Deutschland untersucht. Die entwickelte Methode (Anreicherung+WBA) und deren Auswertung lieferte sowohl in den Laborversuchen als auch bei der Untersuchung der Realproben Ergebnisse, aus denen sich Rückschlüsse über die Effektivität der verwendeten Aufbereitungsverfahren ziehen lassen.

Chemical analysis is able to detect trace quantities of a wide range of organic micropollutants. However, at present it is not possible to identify all micropollutants present in a water sample, which would permit a full toxicological assessment. As, besides hygienic safety, water suppliers place top priority on the toxicological safety of the provided water, methods are required to determine the effects of trace substances present in water. Thus, effect-based analysis is an important addition to exposure analysis. In cooperation with the Landeswasserversorgung Langenau high-performance thin-layer chromatography (HPTLC) was coupled with in vitro biotests. This is advantageous over standardized bioassays as effects of individual fractions of the sample can be investigated rather than the overall effect. Additionally, substance characterisation of the effective bands can be performed via chemical analysis, which enables a more differentiated statement on the cause of a detected effect.

The aim of this project, which was funded by DVGW, was to show the possibilities and significance of the effect-directed analysis for the field of water treatment. Therefore, a method was developed to investigate samples with real micropollutant concentrations for their effects. Besides experiments that simulated treatment using continuous ozonation combined with a biologically active slow sand filtration, real water was studied from 11 German water suppliers. The developed method (enrichment + effect-based analysis) and its evaluation provided results both in the lab experiments and from testing real samples, that provided insights into the effectiveness of the used treatment processes.

## Kontakt / Contact

**Dr. Oliver Happel**
**T** +49 721 9678-155
**E** oliver.happel@tzw.de

# Neues Filtermaterial zur Entfernung von Chromat aus Grundwasser und industriellem Prozesswasser

## New filter material for the removal of chromate from groundwater and industrial process water

Im Verbundprojekt AquaChromSorb wurde ein neues Filtermaterial und ein entsprechendes Verfahren zur selektiven Entfernung von Chrom (VI)-Verbindungen und Gesamtchrom aus Grundwässern und industriellen Abwässern entwickelt. Chrom wird hauptsächlich durch natürliche Prozesse aus Chrom(III)-Gesteinen und durch anthropogene Verunreinigungen in Grundwässer eingetragen. Dabei sind Cr(VI)-Verbindungen typischerweise sehr gut löslich und reichern sich schlecht an Bodenpartikeln an. Diese Eigenschaften führen dazu, dass Cr(VI)-Verbindungen sehr mobil sind und unter bestimmten Bedingungen ins Grundwasser gelangen können. Studien der WHO und aus den USA zeigen, dass es sich bei der Belastung von natürlichen Grundwässern um ein weltweites Problem handelt. Der Grenzwert gemäß Trinkwasserverordnung liegt derzeit bei 50 µg/L Gesamtchrom ($Cr_{ges}$).

Das TZW führte Untersuchungen mit bereits etablierter Spurenanalytik für Chrom und Chromat (IC-ICP-MS) durch. Dazu konnten neue Chromat-Methoden auf Basis der IC mit direkter UV-Detektion oder Photometrie nach Derivatisierung mit 1,5-Diphenylcarbazid (DPC) etabliert werden. Für höher belastete Prozesswässer (>20 µg/L) wurde eine onlinefähige, auf der Derivatisierung mit DPC basierende, photometrische Schnellanalysemethode entwickelt. Über projektinterne Vergleichsuntersuchungen und die erfolgreiche Teilnahme an einem Chromat-Ringversuch konnte die Anwendbarkeit der entwickelten Chromat-Methoden bestätigt werden. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen von „KMU innovativ“ gefördert.

For removal of Cr(VI)- and Cr(total)-pollutions in ground waters and industrial process waters a new filter material was developed. For this purpose TZW developed, tested and compared adapted analytical methods for chromate analysis. Chromium is mainly emitted into groundwater as Cr(VI)-compounds by natural processes of oxygen-driven oxidation from chromium(III) containing minerals and anthropogenic contaminations. In this process Cr(VI)-compounds are typically highly soluble and sorb poorly on soil particles. These properties make Cr(VI) compounds highly mobile and able to reach groundwater under appropriate conditions (especially in the aerobic environment). Studies from WHO and from the USA show that the contamination of natural groundwater is a worldwide problem. According to the German drinking water ordinance the maximum allowed limit of total chromium is 50 µg/L.

TZW participated with its already established trace analysis for chromium and chromate (IC-ICP-MS) and established new chromate analysis methods based on IC with direct UV detection (limit of quantification < 1 µg/L Cr(VI)) or photometry after derivatization with 1,5-Diphenylcarbazide (DPC). For contaminated process waters (>20 µg/L) an online photometric rapid analysis method based on derivatization with DPC was developed. The applicability of the developed chromate methods could be confirmed by project-internal comparative investigations with more than 20 different water matrices and the successful participation in a chromate round robin test. The project was funded by the German Federal Ministry for Education and Research (BMBF).

**Farbreaktion von Chromat mit dem Reagenz 1,5-Diphenylcarbazid / Colour reaction of chromate with the reagent 1,5-Diphenylcarbazide**

**Kontakt / Contact**

**Dr. Oliver Happel**
**T** +49 721 9678-155
**E** oliver.happel@tzw.de

# Mit neuesten Analysemethoden unerwünschte Stoffe im Grundwasser besser erkennen

## Better detection of contaminants in groundwater using the most advanced analytical methods

**Am TZW wird die MALDI-TOF Methode für den Grundwasserbereich angepasst und eingesetzt.**
**At TZW a method based on MALDI-TOF is used for groundwater applications.**

Neue Methoden für die Grundwasseranalytik stehen mit Abschluss eines Forschungsprojektes zur Verfügung, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert worden ist. Das TZW hat neueste Verfahren wie die Non-Target-Analytik zur Identifizierung bislang unbekannter Verbindungen im Grundwasser oder die MALDI-TOF-Methode, mit der Bakterien mittels Massenspektrometrie bestimmt werden können, auf ihre Anwendung im Grundwasserbereich angepasst und weiterentwickelt.

Grundwasser ist in Deutschland die wichtigste Ressource für die Trinkwassergewinnung. In vielen Grundwässern findet sich eine Vielzahl an natürlichen und durch menschliche Aktivitäten bedingten Stoffen sowie Mikroorganismen. Für deren zuverlässige Bestimmung ist ein breites Spektrum an analytischen Verfahren erforderlich. Da die Konzentrationen vieler unerwünschter Stoffe im Grundwasser üblicherweise sehr gering sind, stellt ihr sicherer Nachweis hohe Anforderungen an die einzusetzenden Analysesysteme und Methoden. Die neu erarbeiteten Methoden stehen für weitergehende Forschungsvorhaben und Anschlussprojekte zur Verfügung und können zur umfänglichen Beschreibung der Grundwasservorkommen und der vorliegenden Beeinflussungen genutzt werden.

Within the framework of a research project funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) new methods for groundwater analysis were developed. TZW has adapted and refined state-of-the-art methods such as non-target analysis for the identification of previously unknown compounds and a method based on MALDI-TOF, with which bacteria can be determined using mass spectrometry, for their application in the groundwater sector.

Groundwater is the most important drinking water resource in Germany. Many groundwater aquifers contain a large number of natural and anthropogenic substances and microorganisms and a wide range of analytical methods is required for their reliable determination. Since the concentrations of many undesirable substances in groundwater are typically lower than in surface waters, their reliable detection places high demands on the used analytical systems and methods. Therefore, the research project that has now been completed has made an important contribution for groundwater and drinking water quality management. The developed methods are available for further research and follow-up projects and can be used for a comprehensive description of the groundwater resources and the potential impacts.

## Kontakt / Contact

**Dr. Karsten Nödler**
**T** +49 721 9678-258
**E** karsten.noedler@tzw.de

**Prof. Dr. Andreas Tiehm**
**T** +49 721 9678-137
**E** andreas.tiehm@tzw.de

# Optimierung von Untergrundpassage-systemen anhand von neuen Indikatoren

## Optimisation in subsurface treatment units based on novel indicators

In diesem BMBF-geförderten Projekt wurde das Optimierungspotenzial passiver Untergrundpassagesysteme (Sandfilter, Retentionsbodenfilter, technische Feuchtgebiete) zur Entfernung abwasserbürtiger Spurenstoffe und Pathogene basierend auf dem eingehenden Verständnis physikalisch-chemischer Randbedingungen und der mikrobiellen Gemeinschaft untersucht. Dazu wurden Zusammenhänge verschiedener Betriebsbedingungen, der Abbaueffizienz und der mikrobiellen Gemeinschaft beleuchtet.

Zunächst wurden in einer Literaturstudie Betriebsparameter herausgearbeitet, die anschließend in Labor- und Feldstudien untersucht wurden. Außerdem ergab sich eine grundlegende Forschungslücke hinsichtlich der Identifizierung von Organismen und Genen, die am Abbau von Spurenstoffen beteiligt sind.

Die Optimierung der Abbauleistung wird oft von standortspezifischen Gegebenheiten und den Aufbereitungszielen bestimmt. Deshalb können wenige Empfehlungen gegeben werden, die für alle drei betrachteten Systeme Gültigkeit besitzen. Für Sandfilter und insbesondere technische Feuchtgebiete können eine Verbesserung der Sauerstoffverfügbarkeit und für Retentionsbodenfilter und Schnellsandfilter können eine Verlängerung der Aufenthaltszeit zu einer besseren Reinigungsleistung führen. Die Beimischung adsorptiver Medien wie Pflanzenkohle oder granulierte Aktivkohle in den Filterkörper können weitere sinnvolle Maßnahmen darstellen, um die adsorptive Entnahme von Spurenstoffen zu erhöhen.

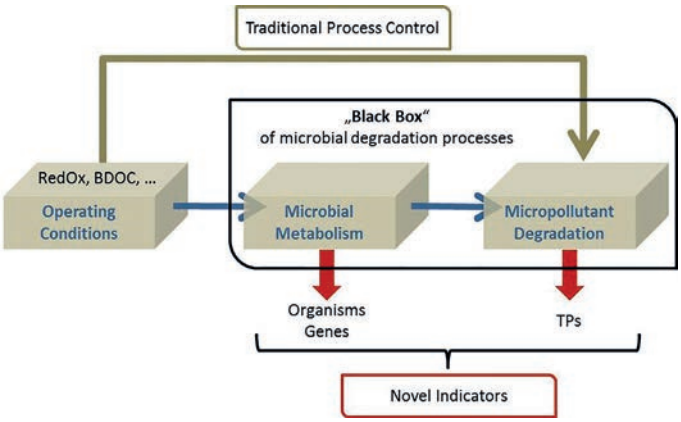
Das OPTI-Projekt zeigte zudem, dass Transformationsprodukte als chemische Indikatoren die biologische Aktivität eines Systems bestätigen können, wenn dies statistisch mit der Ausgangsverbindung nicht abgesichert werden kann. Zudem erlauben sie eine Unterscheidung zwischen biologischen Transformationsprozessen und Sorption sowie Rückschlüsse auf Transformationsreaktionen und folglich auf vorherrschende Umgebungsbedingungen.

The BMBF-funded project investigated the optimisation potential of passive underground treatment systems (sand filters, retention soil filters, and constructed wetlands) on the removal of wastewater-borne organic micropollutants and pathogens based on a thorough understanding of physical-chemical boundary conditions and the microbial community. To accomplish this, relationships between different operating conditions, the degradation efficiency and the microbial community were elucidated.

Initially, a literature study revealed important operating parameters, which were investigated in subsequent laboratory and field studies. Furthermore, a fundamental research gap regarding the identification of organisms and genes involved in the degradation of micropollutants was pointed out.

Site-specific conditions and the treatment objectives often determine the degradation performance. Consequently, only few recommendations for treatment optimisation can be given being valid for all three of the investigated systems. For sand filters and especially constructed wetlands, improving the oxygen availability (e.g. by intermittent feeding), and for retention soil filters and rapid sand filters, extending the residence time can lead to better treatment performances. Mixing the filter layer with adsorptive media such as biochar or granular activated carbon can be a further useful measure to increase the adsorptive removal of micropollutants.

The OPTI project could also demonstrate that transformation products (TPs) can be useful chemical indicators. They can prove a system´s biological activity when analysing the parent compound alone cannot statistically verify it. Furthermore, TPs allow distinguishing between biological transformation processes and sorption as well as conclusions on transformation reactions and consequently on prevailing environmental conditions.



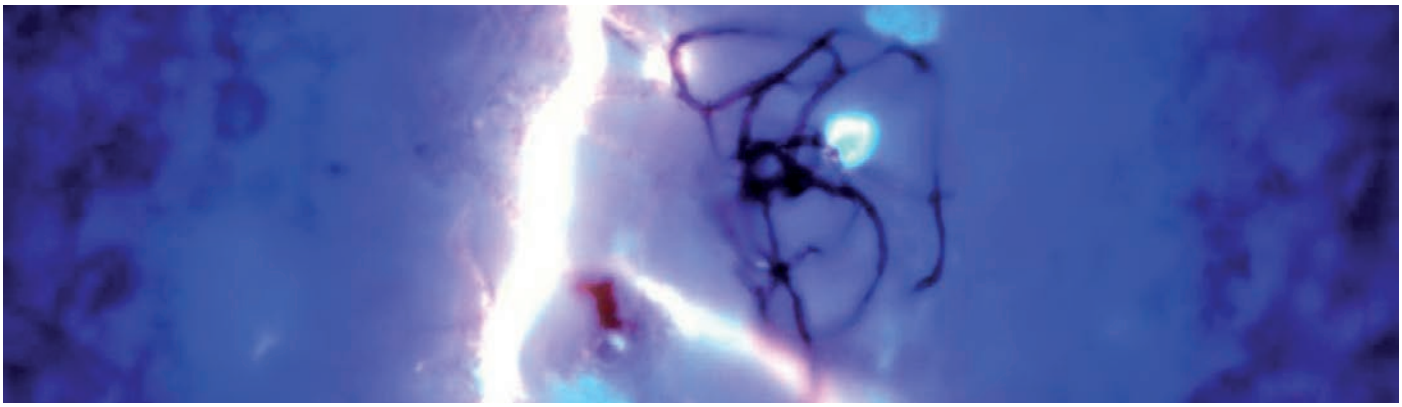

**Darstellung des Spurenstoffabbaus während der Abwasseraufbereitung / Scheme of the degradation of micropollutants during waste water treatment**

## Kontakt / Contact

**Dr. Marco Scheurer**
**T** +49 721 9678-255
**E** marco.scheurer@tzw.de

# Mikroplastik im Wasserkreislauf

## Microplastics in the water cycle



**Probe aus einem Oberflächengewässer mit Faser unter dem Raman-Mikrospektroskop**

**Surface water sample with fibre under Raman-microspectroscope**

Am TZW wurde im Rahmen des RiSKWa Verbundprojekts "MiWa: Mikroplastik im Wasserkreislauf – Probenahme, Probenbehandlung, Analytik, Vorkommen, Entfernung und Bewertung" eine validierte Methode zur Analyse von Mikroplastikpartikeln entwickelt.

Das Vorkommen von Mikroplastik in verschiedenen Wasseraufbereitungsanlagen wurde erfolgreich mit Raman Mikrospektroskopie für Mikroplastikpartikel > 5 µm untersucht. Dabei lag die Anzahl der Mikroplastikpartikel bei allen untersuchten Trinkwässern unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Methode erwies sich mit entsprechender Probenvorbereitung auch für die Beprobung und Analyse von Oberflächengewässern in unterschiedlichen Seetiefen (Zürichsee) und Flusslängsprofilen (Elbe) als geeignet. Die Auswirkungen von Desinfektionsverfahren in der Trinkwasseraufbereitung auf Mikroplastikpartikel konnten darüber hinaus im Labormaßstab geprüft werden. In Kooperation mit Projektpartnern wurden Veränderungen der Eigenschaften von Mikroplastik, u. a. Oberflächeneigenschaften, und deren Auswirkungen auf Organismen untersucht.

Das übergeordnete Ziel des BMBF-Verbundprojekts MiWa war eine erste Bewertung von Mikroplastik im anthropogen geprägten Wasserkreislauf. Hierzu wurden verschiedene analytische Verfahren zur Untersuchung von Mikroplastik weiterentwickelt, biologische Wirkungen auf Menschen und aquatische Organismen untersucht und die Mikroplastikbelastungen im Süßwasserbereich bewertet.

Within the RiSKWa joint project „MiWa: Microplastics in the water cycle - sampling, sample preparation, analysis, occurrence, removal and assessment " a validated method for the analysis of microplastic particles could be developed at TZW.

The occurrence of microplastic particles in various water treatment plants was successfully investigated using Raman microspectroscopy for microplastic particles > 5 µm. The number of microplastic particles was below the limit of quantification for all drinking waters examined. With appropriate sample preparation, the method also proved to be suitable for sampling and analysis of surface waters at different lake depths (Lake Zurich) and river profiles (Elbe). Furthermore, the effects of disinfection processes in drinking water treatment on microplastic particles could be tested on a laboratory scale. In cooperation with project partners, changes in the properties of microplastics (including surface properties) and their effects on organisms were investigated.

The overall objective of the BMBF (German Federal Ministry of Education and Research) joint project MiWa was a first evaluation of microplastics in the anthropogenically influenced water cycle. For this purpose, various analytical methods for the investigation of microplastics were developed further, biological effects on humans and aquatic organisms were studied and the microplastic contamination in freshwater was evaluated.

## Kontakt / Contact

**Dr. Nicole Zumbülte**
**T** +49 721 9678-146
**E** nicole.zumbuelte@tzw.de

# Sanierung von mit BTEX/AKW-Aromaten verunreinigten Standorten

## Remediation of sites contaminated with BETX/AHC aromatics

Sanierungen von Grundwässern, die durch leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BETX/AKW-Aromaten) verunreinigt sind, erfolgen oft in Onsite-Behandlungen mittels Pump and Treat. Häufig entwickeln sich diese Sanierungen zu langlaufenden Maßnahmen, die ineffizient und wirtschaftlich unvertretbar werden können.

Der Forschungsansatz sah die gezielte Verstärkung des natürlichen anaeroben Schadstoffabbaus vor. Dies wurde hier durch die anaerobe Stimulierung des Schadstoffabbaus mittels Sulfat erreicht. Zusammen mit dem Kooperationspartner (AS Reutemann) wurde nach Bestimmung der hydraulischen Standortparameter, der Identifikation der mikrobiobiologischen Prozessparameter sowie der Erarbeitung einer Monitoring-Konzeption, das anaerobe Stimulationspotenzial in einem Feldversuch geprüft. Das Feldmonitoring zur Prozessüberwachung wurde auch anhand eines eigens am TZW entwickelten anaeroben Biomonitorings vorgenommen. So bestätigte der Anstieg der Kopienzahlen des DSR-Gens als Schlüsselenzym für die Sulfat-Reduktion mittels PCR (Polymerase-Chain-Reaction)-Nachweis die schadstoffabbauende Aktivität der sulfatreduzierenden Bakterien. Im Ergebnis wurde am Standort ein effektiver und substantieller mikrobieller BTEX-Abbau unter sulfatreduzierenden Bedingungen erfolgreich erprobt. Damit steht ein innovatives Sanierungsverfahren zur Verfügung, das bei einer Vielzahl von Schadensfällen einsetzbar ist. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

The remediation of groundwater contaminated with volatile aromatic hydrocarbons (BETX/AHC aromatics), by means of frequently used on-site treatments (e.g. pump & treat), is often inefficient and often economically unacceptable.

The research approach provide the natural anaerobic pollutant degradation, which should be achieved by anaerobically stimulating the pollutant degradation using sulphate. The main advantages of such a process are a simple stimulation of microbial degradation with good control and sufficient efficiency. Process engineering problems frequently occurring in conventional remediation, such as hydraulic blocking due to e.g. ferric precipitation, are not relevant under sulphate-reducing conditions. After determining the hydraulic site parameters, identifying the microbiological process parameters in anaerobic microcosm and developing a monitoring concept, the anaerobic stimulation of BETX/AHC biodegradation was proved in a pilote test field together with the cooperation partner (AS Reutemann). The field monitoring for process control used an anaerobic biomonitoring system (dissimilatory sulfite reductase by PCR detection) developed at TZW. In conclusion, an effective and substantial microbial BETX/AHC degradation under sulphate-reducing conditions was successfully tested at the site. Thus, a new scalable remediation method is available, which can be applied to a large number of BTEX/AHC contaminated sites. The project was funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.

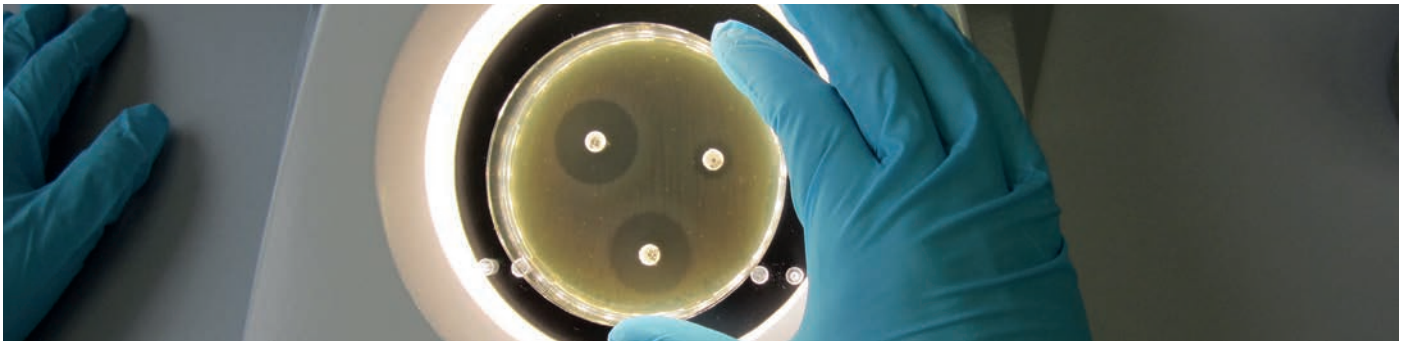
**Brunnenbau im Pilottestfeld zur kontrollierten Kaliumsulfat-Zugabe** (© AS Reutemann)
**Well construction in the pilot test field for the controlled addition of potassium sulphate**

**Kontakt** / Contact

**Dr. Axel Müller**
**T** +49 721 9678-223
**E** axel.mueller@tzw.de

# Hygienisch-medizinische Relevanz antibiotikaresistenter Krankheitserreger in Rohwässern

## Hygienic-medical relevance of antibiotica-resistant pathogens in raw water



**Forschung zum Thema Antibiotikaresistenzen im Wasserkreislauf ist am TZW fest etabliert.**
**Research on antibiotic resistance in the water cycle is well established at TZW.**

In Folge des umfangreichen Antibiotikaeinsatzes in der Human- und Tiermedizin kam es in den letzten Jahren zu einer weiten Verbreitung von Resistenzen in der Umwelt. Vor diesem Hintergrund wurde in einem Verbundvorhaben, das vom BMBF im Rahmen der RiSKWa-Maßnahme gefördert wurde, die Ausbreitung resistenter Erreger über Abwässer aus Krankenhäusern, kommunalen Bereichen, Tiermast- und Schlachtbetrieben sowie aus Flughäfen untersucht und geeignete Gegenstrategien ermittelt (HyReKA, BMBF-Förderkennzeichen: 02WRS1377G). Die Ergebnisse tragen zu einem verbesserten Verständnis der Gefährdung durch die Verbreitung von multiresistenten Bakterien bei.

Im Rahmen des HyReKA-Projektes beschäftigte sich das TZW mit dem Nachweis von antibiotikaresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen im Rohwasser. Hierzu wurden zusammen mit den Partnern einheitliche kulturbasierte und molekularbiologische Nachweisverfahren etabliert und nachfolgend für das Monitoring von Wässern, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, eingesetzt. Insgesamt belegen die Ergebnisse die weite Verbreitung von antibiotikaresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen, vorwiegend in Oberflächengewässern. Trotzdem ist eine Gefährdung des Trinkwassers derzeit nicht zu erwarten, wenn die anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und das Trinkwasser den gesetzlichen hygienisch-mikrobiologischen Anforderungen entspricht. Um gezielt die Entwicklung von antibiotikaresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen zu überwachen, müssen standardisierte Nachweisverfahren für den Umweltbereich eingesetzt werden. Ein erster Schritt zur Definition solcher Verfahren wurde im Rahmen des HyReKA-Projektes gemacht.

In consequence of antibiotic use in human and veterinary medicine resistances spread in the environment during the last years. Against this background the dissemination of resistant pathogens via waste water from hospitals, communal areas, animal fattening farms, and from airports was investigated in this joint project (HyReKA, BMBF grant number 02WRS1377G) and suitable counterstrategies developed. The results will help to better identify and avoid the risk of multi-resistant bacteria spreading in the aquatic environment.

As part of the HyReKA project, TZW was involved with detecting antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes in water used for drinking water production. Together with the partners, culture-based and molecular biological detection methods were standardized and subsequently used for monitoring. Overall, the results demonstrate the wide distribution of antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes, mainly in surface waters. Nevertheless, a hazard to drinking water is currently not to be expected if the recognized rules of technology are applied and the drinking water meets the legal hygienic-microbiological requirements. In order to specifically monitor the occurrence of antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes, standardized detection methods must be used for the environmental sector. A first step towards the development of standard methods was achieved within the HyReKA project.

### Kontakt / Contact

**Prof. Dr. Andreas Tiehm**
**T** +49 721 9678-137
**E** andreas.tiehm@tzw.de

# GroundCare - Parametrisierung des Grundwasser-Ökosystems

## GroundCare - Indicator parameters of groundwater ecosystems

**Das Projekt ging auch der Frage nach, wie sich Starkregen auf das Grundwasser-Ökosystem auswirkt.**
**The project investigated how heavy rainfall affects the groundwater ecosystem.** © shutterstock

Grundwasser ist die wichtigste Ressource für unser Trinkwasser. Im Zuge von zunehmenden Stoffeinträgen, Extremwetterereignissen, Unfällen und Nutzungsänderungen ist die gute Qualität des Grundwassers jedoch vielerorts gefährdet oder bereits beeinträchtigt. Der mit Grundwasser erfüllte Untergrund dient als Lebensraum einer Vielzahl an Organismen und ist essenziell für die Reinigung und Speicherung von Wasser. Allerdings ist wenig über die Leistungsfähigkeit des Grundwasser-Ökosystems unter verschiedenen Randbedingungen bekannt. Außerdem fehlen Methoden, mit denen dieser Lebensraum beschrieben werden kann.

Mit diesem Forschungsprojekt gelang es, Indikatorgrößen für die biologische Bewertung und Überwachung von Grundwasser zu identifizieren. Außerdem konnten geeignete Methoden standardisiert werden, um die Indikatorgrößen zu messen. Dabei beschäftigte sich das TZW vor allem mit dem molekularbiologischen Nachweis von Stickstoffumsetzungsprozessen und Antibiotikaresistenzgenen im Grundwasser. Für die Stickstoffumsetzungsprozesse wurden molekularbiologische Methoden entwickelt, um eine Korrelation zwischen realer Aktivität anhand des Nachweises von funktionellen Genen und dem Abbaupotenzial zu erfassen. Es wurden auch gezielt die Auswirkungen von Starkregenereignisse auf einem Testfeld untersucht. Die Forschungsgruppe am TZW betrachtete dabei insbesondere die Auswirkung von Düngerausbringungen und der anschließenden Beregnung hinsichtlich hygienerelevanter Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen. Mithilfe der umfangreichen Probenahmen an Modellstandorten konnten die entwickelten Methoden unter Realbedingungen erfolgreich validiert werden.

Groundwater is the most important resource for our drinking water. However, in many locations the good quality of groundwater is at risk or may have already been impacted by increasing contamination, extreme weather, accidents and changes in use. The saturated zone, which is filled with groundwater, is a habitat of a large number of organisms and is essential for water purification and water storage. However, little is known about the performance of the groundwater ecosystem under different boundary conditions. Furthermore, there is a lack of methods to describe this habitat.

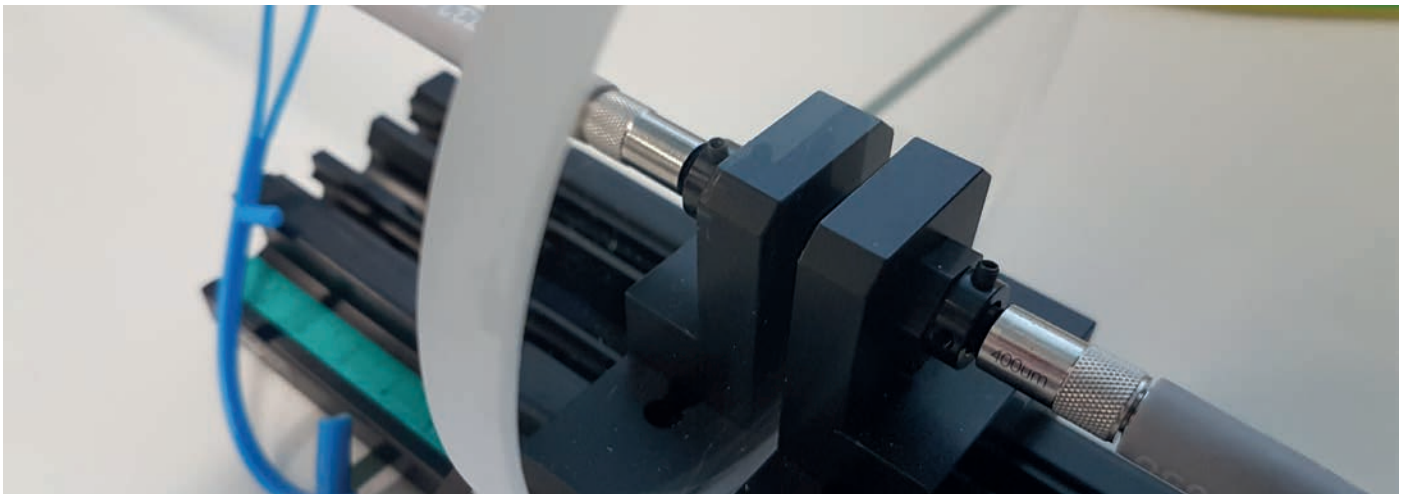
Within the framework of this project, indicator parameters for the biological situation of groundwater were identified and suitable methods for their measurement were standardised, which will be published in the form of a guideline. TZW focused on the molecular biological detection of antibiotic resistance genes and nitrogen conversion processes in groundwater. Molecular biological methods were developed for nitrogen conversion processes in order to establish a correlation between real activity based on the detection of functional genes and the degradation potential. Furthermore, the effects of heavy rainfall events were investigated on a test field. TZW investigated the effects of fertilizer application and subsequent irrigation with regard to hygiene-relevant bacteria and antibiotic resistance genes. The detection methods for nitrogen conversion processes were further developed accordingly. Overall, with the extensive sampling at different field sites the developed methods could be successfully validated.

### Kontakt / Contact

**Prof. Dr. Andreas Tiehm**
**T** +49 721 9678-137
**E** andreas.tiehm@tzw.de

# Zwanzig20-Advanced UV for Life – Prüfstand für LED Desinfektionsgeräte

## Zwanzig20-Advanced UV for Life - Test bench for LED disinfection devices



**Vermessung von LED-Reaktorkomponenten / Measurement of LED reactor components**

Durch den rasanten technischen Fortschritt bei Licht emittierenden Dioden (LEDs) im UVC-Bereich steigt in den letzten Jahren vermehrt das Interesse an UV-LEDs als Alternative zu konventionellen, quecksilberhaltigen Systemen für die Wasserbehandlung.

Für die Markteinführung von LED-basierten Desinfektionssystemen und die Akzeptanz dieser neuartigen Technologie beim Endkunden ist eine biodosimetrische Wirksamkeitsprüfung durch eine unabhängige akkreditierte Prüfstelle eine grundlegende Voraussetzung. Als Partner des im Rahmen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten „Advanced UV for Life“ Forschungskonsortiums (https://www.advanced-uv.de), erhielt das TZW im Jahr 2019 Fördergelder zum Aufbau eines optischen Labors und eines speziell für LED-Desinfektionssysteme ausgelegten hydraulischen Teststands.

Der Fokus liegt hier auf der Prüfung von Kleinanlagen mit Durchflüssen bis maximal 5 m³/h und der Möglichkeit, UV-LED basierte Geräte flexibel, bei unterschiedlichen Wasserbeschaffenheiten und an die jeweilige Anwendung angepasst, zu testen. Die Investitionen für das optische Labor beinhalten hochpräzise Messgeräte zur elektrooptischen Charakterisierung von LED-Platinen oder Einzelchips. Auch die Durchführung von Langzeitversuchen mit unterschiedlichen Wasserqualitäten kann mit dem Versuchsstand realisiert werden.

Due to the rapid technical progress in light emitting diodes (LEDs) in the UVC range, interest in UV LEDs as an alternative to conventional mercury-containing systems for water treatment has increased in recent years.

For the market launch of LED based disinfection systems and the acceptance of this novel technology by end customers, a biodosimetric efficacy test by an independent accredited testing laboratory is a fundamental prerequisite. As a partner of the „Advanced UV for Life“ research consortium (https://www.advanced-uv.de/en) funded by the Federal Ministry of Education and Research, TZW received funding for setting up an optical laboratory and a hydraulic test stand specially designed for LED disinfection systems.

The focus here is on the testing of small systems with flows up to a maximum of 5 m³/h and the possibility of testing UV LED based devices flexibly, with different water qualities and adapted to the respective application. In addition to the actual components and measuring instruments for the test stand, an automatic counting device for colonies / plaques was procured, which offers the possibility of carrying out a large number of phage analyses reproducibly and with high precision in a time-saving manner.

### Kontakt / Contact

**Dr. Jutta Eggers**
**T** +49 721 9678-130
**E** jutta.eggers@tzw.de

# Anhang

Annex

5

# Publikationen 2019




Armbruster, D.; Müller, U.; Happel, O.: **Characterization of phosphonate-based antiscalants used in drinking water treatment plants by anion-exchange chromatography coupled to electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry. Journal of Chromatography A 1601, 189 204 (2019)**

Armbruster, D.; Rott, E.; Minke, R.; Happel, O.: **Trace-level determination of phosphonates in liquid and solid phase of wastewater and environmental samples by IC-ESI-MS/MS. Analytical and Bioanalytical Chemistry. Springer Link, https://doi.org/10.1007/s00216-019-02159-5 (2019)**

Ballesté; E.; Belanche, L .A.; Farnleitner, A. H.; Linke, R.; Sommer, R.; Santos, R.; Monteiro, S.; Maunula, L.; Oristo, S.; Tiehm, A.; Stange, C; Blanch, A. R.: **Improving the identification of the source of faecal pollution in water using a modelling approach: From multi-source to aged and diluted samples. Water Research, 115392. DOI: 10.1016/j.watres.2019.115392 (2019)**

Bethmann, D.; Brauer, F.; Riegel, M.; Sturm, S.; Wienand, I.; Stolzenburg, K.: **Kritikalitätsanalyse von Anlagen der leitungsgebundenen Trinkwasserversorgung. DVGW energie/wasser-praxis 03/2019, 42-47 (2019)**

Brauer, F.; Fischer, T.; Sturm, S.: **Digitale Anwendung zum Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 1-17 (2019)**

Brauer, F.; Sturm. S.; Kaupe, M.; Schiffmann, S.: **Mehrwert des Risikomanagements für den Wasserversorger. DVGW energie/wasser-praxis 12/2019, 53-55 (2019)**

Brinkmann, M.; Barz, B.; Carriere, D.; Velki, M.; Smith, K.; Meyer-Alert, H.; Müller, Y.; Thalmann, B.; Bluhm, K.; Schiwy, S.; Salowsky, H.; Tiehm, A.; Hecker, M.; Hollert, H.: **Bioactivation of Quinolines in a Recombinant Estrogen Receptor Transactivation Assay Is Catalyzed by N-Methyltransferases. Chemical Research in Toxicology 32; 4, 698-707. DOI: 10.1021/acs.chemrestox.8b00372 (2019)**

Brinkmann, M.; Schneider,A.-L.; Bluhm, K.; Schiwy, S.; Kraßnitzer, S.; Lehmann, G.; Deutschmann, B.; Simon, A.; Müller, A.; Tiehm, A.; Hollert, H.: **Ecotoxicity of Nitrogen, Sulfur, or Oxygen Heterocycles and Short-Chained Alkyl Phenols Commonly Detected in Contaminated Groundwater. Environmental Toxicology and Chemistry 38, 1343-1355. DOI: 10.1002/etc.4423 (2019)**

Buchner, E.-M.; Happel, O.; Schmidt, C. K.; Scheurer, M.; Schmutz, B.; Kramer, M.; Knauer, M.; Gartiser, S.; Hollert, H.: **Approach for analytical characterization and toxicological assessment of ozonation products in drinking water on the example of acesulfame, Water Research 153, 357-368 (2019)**

Egner, S.; Morlock, M.: **Strukturkonzepte zur Gestaltung der Wasserversorgung. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 97-116 (2019)**

Fleig, M.; Scheurer, M.: Warn- und Alarmdienst Rhein im Jahr 2018. In: **ARW-Jahresbericht Nr. 75, 2018. Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V. (ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 55-63 (2019)**

Fleig, M.; Scheurer, M.; Schmidt, C. K.: **Wesentliche Ergebnisse aus dem ARW-Untersuchungsprogramm 2018. In: ARW-Jahresbericht Nr. 75, 2018. Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V. (ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 15-54 (2019)**

Freeling; F.; Alygizakis, N. A.; von der Ohe, P. C.; Slobodnik, J.; Oswald, P.; Aalizadeh, R.; Cirka, L.;. Thomaidis, N. S.; Scheurer, M.: **Occurrence and potential environmental risk of surfactants and their transformation products discharged by wastewater treatment plants. Science of the Total Environment 681, 475-487 (2019)**

Gaza, S.; Schmidt, K. R.; Weigold, P.; Heidinger, M.; Tiehm, A.: **Aerobic metabolic trichloroethene biodegradation under field-relevant conditions. Water Research 151: 343-348, DOI 10.1016/j.watres.2018.12.022 (2019)**

Hambsch, B.; Ho, J.; Lipp, P.: **Krankheitserreger in Fließgewässern und nach Langsamsandfiltration – Vorkommen und Risikobewertung. In: Gewässerschutz Wasser Abwasser 250 (Band zur 52. Essener Tagung für Wasserwirtschaft), ISSN: 0342-6068: 6/1-6/13 (2019)**

Hambsch, B.; Ho, J.; Lipp, P.: **Particle removal during river water treatment with regard to detection of pathogens. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 39-40 (2019)**

Hambsch, B.; Hügler, M.; Stange, C.; Puigdomènech, C.; Juárez, R.; Saucedo, G.; Arnedo, M. J.; Eglitis, J.; Pitchers, R.; Jensen, M. M.; Albrechtsen, H.-J.: **Molecular methods for pathogen detection in drinking water treatment. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 116 (2019)**

Happel, O.: **Scientific Breakfast. Nachrichten aus der Chemie 67, 12-16 (2019)**

Happel, O.; Zoumpouli, G. A.; Scheurer, M.; Brauch, H.-J.; Kaspryk-Hordern, B.; Wenk, J.: **KOLa – Kontinuierliche Ozonung mit Langsamsandfiltration für oxidative und mikrobiologische Untersuchungen an organischen Verbindungen, Mitt Umweltchem Ökotox, 25(3), 79-84 (2019)**

Ho, J.; Bendinger, B.; Nocker, A.; Trimbach, A.; West, S.; Tiehm, A.: **Evaluation of flowcytometry and advanced live/dead discrimination. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 122-123 (2019)**

# Publikationen 2019



Ho, J.; Bühler, J.; Rien, C.; Selinka, H. C.; Hübner, U.; Drewes, J.; Tiehm, A.: **Sequential bio filtration of WWTP effluent for elimination of antibiotic resistant bacteria, viruses and indicator bacteria. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 83 (2019)**

Ho, J.; Hübner, U.; Bühler, J.; Drewes, J.; Tiehm, A.: **Elimination of antibiotic resistant bacteria, viruses and indicator bacteria in sequential bio filtration for purification of WWTP effluent. In: IWA Water Reuse 2019, 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, Berlin, 16.–20. Juni 2019. Book of Abstracts, 2 pages (2019)**

Ho, J.; Stange, C.; Bühler, J.: Tiehm A.: **Elimination of indicator bacteria, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in sequential biofiltration for purification of WWTP effluent. In: EDAR 2019 – 5th International Symposium on Environmental Dimension of Antibiotic Resistance, Hong Kong, China, 09.-14.06.2019. Book of abstracts: 1 page (2019)**

Ho, J.; Tiehm, A.: **Advanced microbiological water monitoring: Microbial source tracking (MST) and flow-cytometry (FCM). In: VACI 2019 – Vietnam International Water Week, Hanoi, Vietnam, 22.-25.03.2019. Book of abstracts, 181 (2019)**

Ho, J.; Tiehm, A.: **Durchflusszytometrie für das mikrobiologische Monitoring. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 81-96 (2019)**

Horn, H.; Kolb, T.; Trimis, D.; Klinger, J.: **Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser im Jahre 2018. gwf-Wasser|Abwasser 160/6, 60-77 (2019)**

Hügler, M.; Krauß, M.; Stauder, S.; Wasielewski, S.; Minke, R.; Kosow, H.; Zahumensky, Y.; León, C. D.: **Integrated water management in the Lurín catchment (Lima, Peru) - a case study for the municipalities in the rural areas of the Andean mountains. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 73 (2019)**

Hügler, M.; Reitter, C.; Hambsch, B.: **Falschpositive E. coli-Nachweise in Trinkwasserproben. DVGW energie/wasser-praxis 01/2019, 44-46 (2019)**

Hügler, M.; Reitter, C.; Hambsch, B.; Tiehm, A.: **MALDI-TOF MS identification of microbial contaminations in drinking water systems. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 151 (2019)**

Hügler, M.; Reitter, C.; Hambsch, B.; Tiehm, A.: **Schnelle Identifizierung von Bakterien. Wasserforum, Sonderpublikation zum 13. Langenauer Wasserforum, 11/2019, 38-40 (2019)**

Hügler, M.; Reitter, C.; Petzoldt, H.; Hambsch, B.: **Enterokokken in Trinkwassersystemen - Vorkommen, Vermehrung, Desinfektion. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 86, ISSN 1434-5765 (2019)**

Hügler, M.; Reitter, C.; Petzoldt, H.; Korth, A.: **Proliferation of coliform bacteria in drinking water reservoirs, dams and lakes. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9: 131 (2019)**

Janda, J.; Nödler, K.; Scheurer, M.; Happel, O.; Nürenberg, G.; Zwiener, C.; Lange, F. T.: **Closing the gap  inclusion of ultrashort-chain perfluoroalkyl carboxylic acids in the total oxidizable precursor (TOP) assay protocol. The Royal Society of Chemistry. Environmental Science Processes & Impacts, 1926-1935. DOI: 10.1039/c9em00169g (2019)**

Klinger, J.: **Das Jahr 2018 hat uns deutlich spüren lassen, welche Aufgaben die Trinkwasserbranche aufgrund des Klimawandels bewältigen muss. IMPULSE 1859  2019. 160 Jahre technische Innovationen für das Gas- und Wasserfach. DVGW energie/wasser-praxis Sonderausgabe, 11 (2019)**

Korth, A.; Petzoldt, H.; Hügler, M.; Thronicker, O.: **Gezielte Identifizierung von Eintragsquellen mikrobiologischer Belastungen in Trinkwassersysteme durch Anreicherung und Spezies-Identifizierung. DVGW energie/wasser-praxis 05/2019, 50-57 (2019)**

Korth, A.; Petzoldt, H.; Hügler, M.; Thronicker, O.: **Gezielte Identifizierung von Eintragsquellen mikrobiologischer Belastungen in Trinkwassersystemen. 3R Fachzeitschrift für sichere und effiziente Rohrleitungssysteme 09/2019: 40-45 (2019)**

Korth, A.; Petzoldt, H.; Turković, R.: **Vermehrung von Legionellen im Kaltwasser. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 89, ISSN 1434-5765 (2019)**

Krauß, M.; Hügler, M.; Kosow, H.; Wasielewski, S.; Zahumensky, Y.; Stauder, S.; Wienhöfer, J.; Kramer, H.; Minke, R.; Léon, C. D.: **Developing water management concepts for supporting SDG 6 in the metropolitan area of Lima/Peru. WaterSolutions 4/2019, 36-43 (2019)**

Krauß, M.; Hügler, M.; Kosow, H.; Wasielewski, S.; Zahumensky, Y.; Stauder, S.; Wienhöfer, J.; Minke, R.; Léon, C. D.: **Entwicklung von Trinkwasser- und Abwasserkonzepten in der Metropolregion Lima/Peru. Wasser und Abfall 21, (07-08): 46-52 (2019)**

Krauß, M.; Wasielewski, S.; Stauder, S.; Richter, P.; Maurer, P.; Hügler, M.; Zahumensky, Y.; Kosow, H.; León, C. D.; Minke R.: **Integrated water management and water reuse solutions for prosperous regions tackling water scarcity. IWA Water Reuse 2019, 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, Berlin, 16. – 20. Juni 2019. Book of Abstract, 995-997 (2019)**

# Publikationen 2019



Lange, F. T.; Müller, J.; Körner, B.; Janda, J.; Scheurer, M.; Nödler, K.; Sacher, F.; Brauch, H.-J.: **Analytische Möglichkeiten zur Erfassung von sog. Präkursoren bei PFAS-Schadenfällen. Altlasten-annual 2018. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 83-87 (2019)**

León, C. D.; Kosow, H.; Zahumensky, Y.; Krauß, M.; Wasielewski, S.; Minke, R.; Wienhöfer, J.; Riese, F.; Keller, S.; Sturm, S.; Brauer, F.; Hügler, M.; Gottwalt J.; Riepl, D.: **Solutions and planning tools for water supply and wastewater management in prosperous regions tackling water scarcity. In: Proceedings of the GRoW Midterm Conference - Global analyses and local solutions for sustainable water resources management. Frankfurt am Main, 20-21 February 2019, 28-31 (2019)**

Lipp, P.: **Wasserwiederverwendung - Ergebnisse des gemeinsamen Projektes in Singapur. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 159-170 (2019)**

Lipp, P.; Biwer, G.; Willmitzer, H.; Girndt, C.: **Laserinduzierte Breakdown-Detektion (LIBD) zur Charakterisierung der Eliminierung von Nanopartikeln bei der Flockung und Filtration. DVGW energie/wasser-praxis 06_07/2019, 72-79 (2019)**

Lipp, P.; Bluß, A.; Chow, Q. W.; Shamugam, V.; Liu, B.; Zhang, Y.; Koh, J. C.; Viswanath, B.; Huang, E.: **Testing a laser-based method for online detection of nanoparticles in water. Innovation in Water Singapore 11, June 2019, PUB, Singapore's National Water Agency, 41 (2019)**

Mani, T.; Blarer, P.; Storck, F. R.; Pittroff, M.; Wernicke, T.; Burkhardt-Holm, P.: **Repeated detection of polystyrene microbeads in the lower Rhine River. Environmental Pollution 245, 634-641 (2019)**

Müller, A.; Tiehm, A.; Piepenbrink, M.; Raabe, P.; Radlett, C.: **Mikrobieller und chemisch-oxidativer Abbau (ISCO) von Trioxan und Dioxan – eine Machbarkeitsstudie an einem ehemaligen Standort der Kunststoffindunstrie. In: 21. Symposium Strategien zur Sanierung von Boden & Grundwasser, DECHEMA, Frankfurt, 25./26. Nov. 2019, Tagungsband, 40-43 (2019)**

Müller, Y. K.; Wernicke, T.; Pittroff, M.; Witzig, C. S.; Storck, F. R.; Klinger, J.; Zumbülte, N.: **Microplastic analysis — are we measuring the same? Results on the first global comparative study for microplastic analysis in a water sample. Analytical and Bioanalytical Chemistry. SpringerLink, https://doi.org/10.1007/s00216-019-02311-1 (2019)**

Nödler, K.; Scheurer, M.: **Substances from Multiple Sources (SMS): The Presence of Multiple Primary and Secondary Sources of Persistent and Mobile Organic Contaminants Is an Upcoming Challenge for the Drinking Water Sector and Regulatory Frameworks. Environmental Science & Technology 53, 11061-11062. DOI: 10.1021/acs.est.9b05168 (2019)**

Nödler, K.; Scheurer, M.; Happel, O.; Sacher, F.; Brauch, H.-J.: **Ableitung der Trinkwasserrelevanz organischer Stoffe. DVGW energie/wasser-praxis 06_07/2019, 80 84 (2019)**

Nürenberg, G.; Kunkel, U.; Wick, A.; Falås, P.; Joss, A.; Ternes, T. A.: **Nontarget analysis: A new tool for the evaluation of wastewater processes. Water Research 163, 114842 (2019)**

Reitter, C.; Reiner, J. E.; Grießmeier, V.; Gescher, J.; Hügler, M.: **Gastropods as a source for the faecal indicator bacteria enterococci and E. coli. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 143-144 (2019)**

Riegel, M.: **Kritikalitätsanalyse für Objekte der Trinkwasserversorgung. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 117-133 (2019)**

Riegel, M.; Brauer, F.; Sacher, F.; Plota, K.; Betting, D.: **Eintragspfade von sechswertigem Chrom in Rohwässer von Trinkwasserversorgern. Mitt Umweltchem Ökotox. 25. Jahrgang 2019/Nr. 1 (2019)**

Sacher, F.; Gerstner, P.; Merklinger, M.; Thoma, A.; Kinani, A.; Roumiguières, A.; Bouchonnet, S.; Richard-Tanaka, B.; Layousse, S.; Ata, R.; Marolleau, F.; Kinani, S.: **Determination ofmonochloramine dissipation kinetics in various surface water qualities under relevant environmental conditions - Consequences regarding environmental risk assessment. Science of the Total Environment 685, 542-554 (2019)**

Sacher, F.; Lange, F. Th.; Nödler, K.; Scheurer, M.; Müller, J.; Nürenberg, G.; Janda, J.; Freeling, F.; Muschket, M.; Keltsch, N.; Paschke, H.; Reemtsma, T.; Berger, U.; Zwiener, C.; Tisler, S.; Bugsel, B.; Schlummer, M.; Gruber, L.; Breuer, J.; Mechler, M.; Beiser, D.; Köhler, H.-R.; Wilhelm, S.; Lorenz, C.: **Optimierung der Analytik des EOF und verschiedener PFAS-Stoffklassen (EOFplus). Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 87, ISSN 1434-5765 (2019)**

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

Schäfer, C.; Tiehm, A.: **Entwicklung und Anwendung von molekularbiologischen Monitoringmethoden zum Nachweis der aktiven Denitrifikation. In: Trinkwasserbiologie aktuell - Neue biologische Verfahren im Grund- und Trinkwassermanagement, Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH (92 Seiten), 81-84 (2019)**

# Publikationen 2019




Scheurer, M.; Fleig, M.; Brauch, H.-J.: Aktuelle Ergebnisse aus dem Untersuchungsprogramm 2018. In: AWBR-Jahresbericht Nr. 50, 2018. Hrsg.: **Koordinierungsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) am TZW, Karlsruhe, ISSN 0179-7867, 41-70 (2019)**

Scheurer, M.; Fleig, M.; Lesmeister, L.; Schmidt, C. K.: **Rheinlängsbeprobung bei Niedrigwasser. In: ARW-Jahresbericht Nr. 75, 2018. Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V. (ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 83-99 (2019)**

Scheurer, M.; Nödler, K.; Sandholzer, A.; Freeling, F.: **Bildungspotential kleiner polarer Verbindungen. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 59-79 (2019)**

Schick, R.; Grüner, C.; Reiter, L.; Horn, R.; Faißt, M.; Jeromin, C.; Schlitt, V.; Sacher, F.: **Eckpunkte und Anpassungsstrategien zur zukunftsweisenden Wassergewinnung und -aufbereitung aus dem Bodensee. In: AWBR-Jahresbericht Nr. 50, 2018. Hrsg.: Koordinierungsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) am TZW, Karlsruhe, ISSN 0179-7867, 71-93 (2019)**

Schneider, A.-L.: **Kombinierte Bio-Elektro-Verfahren zur Stromgewinnung und Spurenstoffelimination. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 88, ISSN 1434-5765 (2019)**

Schneider, A.-L.; Schäfer, C.; Tiehm, A.: **Mikrobiologische Prozesse der Nitratelimination in Grundwasser. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 43-57 (2019)**

Sidhu, J.; Ho, J.; Stange, C.; Smith, K.; Ning, D.; Wu, L.; Zhou, J.: **Microbial community structure and diversity of activated sludge in wastewater treatment plants located in different climate zones of Australia. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 92 (2019)**

Sobert, J.; Richter, H.; Pfahler, W.; Turković , R.: **Hinweise für den Einsatz von Beleuchtungsanlagen in Trinkwasserkammern. DVGW energie/wasser-praxis 04/2019, 32-37 (2019)**

Stange, C.; Sidhu, J. P. S.; Toze, S.; Tiehm, A.: **Comparative removal of antibiotic resistance genes during chlorination, ozonation, and UV treatment. International Journal of Hygiene and Environmental Health 222: 541-548. DOI 10.1016/j.ijheh.2019.02.002 (2019)**

Stange, C.; Sidhu, J.; Roiko, A.; Page, D.; Ho, J.; Toze, S.; Tiehm, A.: **German-Australian Cooperation for Water Microbiology. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 124 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotikaresistenzgene in Oberflächengewässern. In: AWBR-Jahresbericht Nr. 50, 2018. Hrsg.: Koordinierungsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) am TZW, Karlsruhe, ISSN 0179-7867, 143-151 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Bedeutung von Antibiotikaresistenzen für die Rohwässer zur Trinkwasseraufbereitung. In: Gewässerschutz Wasser Abwasser 250 (Band zur 52. Essener Tagung für Wasserwirtschaft), ISSN: 0342-6068, 21/1-21/5 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Microbial Source Tracking – Molekularbiologische Identifizierung fäkaler Eintragsquellen. In: Trinkwasserbiologie aktuell – Neue biologische Verfahren im Grund- und Trinkwassermanagement, Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH (92 Seiten), 85-87. https://grundwasser-oekologie.de/wp-content/uploads/2019/12/Grundwasserbiologie_Themenband_screen.pdf (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Microbial Source Tracking — ein neuer Ansatz, um fäkale Eintragsquellen zu identifizieren. DVGW energie/wasser-praxis 05/2019, 58-62 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Occurrence of antimicrobial resistant bacteria and resistance genes in surface water, groundwater and drinking water in Germany. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 190-191 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Relevanz der Antibiotikaresistenz in der aquatischen Umwelt. In: Berichte aus der Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität München Nr. 218 (Band zum 47. Abwassertechnischen Seminar), 59-71 (2019)**

Stange, C.; Tiehm, A.: **Untersuchungen zum Vorkommen von Antibiotikaresistenzen im Rheineinzugsgebiet. In: ARW-Jahresbericht Nr. 75, 2018. Hrsg.: Geschäftsstelle der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e. V. (ARW), Köln, ISSN 0343-0391, 111-126 (2019)**

Stange, C.; Yin, D.; Xu, T.; Guo, X.; Schäfer, C.; Tiehm, A.: **Distribution of clinically relevant antibiotic resistance genes in Lake Tai, China. Science of the Total Environment 655: 337-346, DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.11.211 (2019)**

Stauder, S.; Müller, U.; Brauer, F.; Sacher, F.: **Konsequenzen des Klimawandels für Quellwasserversorgungen. DVGW energie/wasser-praxis 11/2019, 76-79 (2019)**

Sturm, S.; Wülser, R.: **Nutzungskonflikte durch Gewässerrenaturierung am Beispiel des Flusses Wiese. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 19-42 (2019)**

# Publikationen 2019



Tiehm, A.; Stange, C.; Sidhu, J.; Toze, S.: **Removal of antibiotic resistance bacteria (ARB) and antibiotic resistance genes (ARGs) during drinking water treatment. In: 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM), Wien, Österreich, 15.-20. September 2019. Abstractbook ISBN 978-3-9503828-3-9, 191 (2019)**

Tisler, S.; Zindler, F.; Freeling, F.; Nödler, K.; Toelgyesi, L.; Braunbeck, T.; Zwiener, C.: **Transformation Products of Fluoxetine Formed by Photodegradation in Water and Biodegradation in Zebrafish Embryos (Danio rerio). Environ. Sci. Technol. 53, 7400-7409 (2019)**

Triebskorn, R.; Blaha, L.; Gallert, C.; Giebner, S.; Hetzenauer, H.; Köhler, H.-R.; Kuch, B.; Lüddeke, F.; Oehlmann, J.; Peschke, K.; Sacher, F.; Scheurer, M.; Schwarz, S.; Thellmann, P.; Wurm, K.; Wilhelm, S.: **Freshwater ecosystems profit from activated carbon-based wastewater treatment across various levels of biological organisation in a short timeframe. Environmental Sciences Europe, SpringerOpen, https://doi.org/10.1186/s12302-019-0267-0 (2019)**

Triebskorn, R.; Braunbeck, T.; Grummt, T.; Hanslik, L.; Huppertsberg, S.; Jekel, M.; Knepper, T. P.; Krais, S.; Müller, Y.; Pittroff, M.; Ruhl, A. S.; Schmieg, H.; Schür, C.; Strobel, C.; Wagner, M.; Zumbülte, N.; Köhler, H.-R.: **Relevance of nano- and microplastics for freshwater ecosystems: A critical review. Trends in Analytical Chemistry 110, 375–392 (2019)**

Turković, R.: **Hygienezertifikate für Produkte im Trinkwasser. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 147-157 (2019)**

Turković, R.: **Trinkwasserhygienische Eignung von Produkten und die neuen UBA-Bewertungsgrundlagen. DVGW energie/wasser-praxis 12/2019, 40-42 (2019)**

Voigt, A. M.; Zacharias, N.; Timm, C.; Wasser, F.; Sib, E.; Skutlarek, D.; Parcina, M.; Schmithausen, R. M.; Schwartz, T.; Hembach, N.; Tiehm, A.; Stange, C.; Engelhart, S.; Bierbaum, G.; Kistemann, T.; Exner, M.; Faerber, H. A.; Schreiber, C.: **Association between antibiotic residues, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in anthropogenic wastewater - An evaluation of clinical influences. Chemosphere 241, 125032. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.125032 (2019)**

Wagner, M.: **Einblicke in den Wasserverbrauch - Analyse von Verbrauchsganglinien. In: Zukunftsthemen der Wasserversorgung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 90, ISSN 1434-5765, 135-146 (2019)**

Warner, W.; Licha, T.; Nödler, K.: **Qualitative and quantitative use ofmicropollutants as source and process indicators. A review. Science of the Total Environment 686, 75-89 (2019)**

Weil, M.; Falkenhain, A.-M:; Scheurer, M.; Ryan, J. J. Coors, A.: **Uptake and Effects of the Beta-Adrenergic Agonist Salbutamol in Fish: Supporting Evidence for the Fish Plasma Model. Environmental Toxicology and Chemistry. Wileyonlinelibrary.com / ETC. DOI: 10.1002/etc.4543 (2019)**

Wricke, B.: **Voraussetzungen für eine sichere Desinfektion im Wasserwerk. DVGW energie/wasser-praxis 01/2019, 50-53 (2019)**

Wricke, B.; Bornmann, K.: **Optimierung der Flockungshilfsmittel-Dosierung in Ein- und Mehrschicht-Filteranlagen. DVGW energie/wasser-praxis 06_07/2019, 62-71 (2019)**

Zoumpouli, G.; Scheurer, M.; Brauch, H.-J.; Kasprzyk-Hordern, B.; Wenk, J.; Happel, O.: **COMBI, continuous ozonation merged with biofiltration to study oxidative and microbial transformation of trace organic contaminants. Royal Society of Chemistry. Environmental Science Water Research & Technology. DOI: 10.1039/c8ew00855h (2019)**

Zumbülte, N.; Witzig, C.; Müller, Y. K.; Pittroff, M.: **Mikroplastik im Wasserkreislauf. DVGW energie/wasser-praxis 12/2019, 56-58 (2019)**

# Das TZW in Gremien

TZW in committees

## Weltweit / Global

| | | |
|---|---|---|
| **GWRC** | Global Water Research Coalition – Board of Directors | Dr. Klinger |
| **IUVA** | International UV Association – Board of Directors<br>und Co-EMEA Regional Vice President | Dr. Eggers |

## Europa / Europe

| | | |
|---|---|---|
| **CEN** | TC 164 Water Supply | Dr. Klinger |
| **CEN** | TC 164 Deutsche Experten – Wasserversorgung | Dr. Klinger |
| **CEN** | TC 164/WG 3 Effects of materials in contact with drinking water | Dr. Klinger |
| **CEN** | TC 164/WG 13 Water conditioning equipment inside buildings | Dr. Klinger |
| **CEN** | TC 164/WG 14 Valves and fitting for buildings and<br>devices to prevent pollution by backflow | Stulz |
| **CEN** | TC 164/WG 14 AHG 3 EN 1488 | Stulz |
| **CEN** | TC 164/WG 14 AHG A EN 13077 | Stulz |
| **CEN** | TC 164/WG 14 AHG B EN 12729 | Stulz |
| **WssTP / WE** | European Technology Platform for Water | Dr. Klinger |
| **AWBR** | Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein - Präsidium, Vorstand | Dr. Klinger<br>Prof. Dr. Brauch |
| **AWBR** | Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein – Beirat | Prof. Dr. Brauch<br>Fleig |
| **IKSR** | Internationale Kommission zum Schutz des Rheins; AG SANA; AG S; AG Sapa | Dr. Scheurer<br>Fleig |

| | | |
|---|---|---|
| **IAWR** | Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet<br>– Präsidium und Vorstand | Dr. Klinger |
| **IAWR** | Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet<br>- Beirat | Dr. Scheurer |

# Das TZW in Gremien

TZW in committees

## Deutschland / Germany

| | | |
|---|---|---|
| **Altlastenforum** | Beirat | Prof. Dr. Tiehm |
| **AGME** | Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen<br>Arbeitsausschuss „Wasserzähler“ | Martin |
| **ARW** | Arbeitsgemeinschaft der Rheinwasserwerke e. V.<br>- Vorstand - Beirat | Dr. Klinger<br>Dr. Scheurer |
| **Arzneimittel in der aquatischen Umwelt** | Arbeitsgruppe UM BW | Dr. Klinger |
| **ATT** | Arbeitskreis Verfahrenstechnik | Dr. Lipp |
| **ATT** | Fachausschuss | Dr. Sacher |
| **BBK/DVGW** | ad hoc Arbeitsgemeinschaft<br>Zivile Sicherheit | Bethmann |
| **BLE** | Arbeitsgruppe „Pflanzenschutz und Gewässerschutz“<br>im Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz | Kiefer<br>Sturm |
| **BLE** | Unterarbeitsgruppe „Trinkwasser“<br>im Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz | Kiefer |
| **BMEL** | Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP), Wissenschaftlicher Beirat | Dr. Nödler |
| **BMU** | Spurenstoffstrategie des Bundes, AG 1 - Festlegung relevanter Spurenstoffe | Dr. Nödler |
| **DECHEMA** | Wissenschaftliches Komitee Boden- und Grundwassersanierung | Prof. Dr. Tiehm |
| **DIN** | DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) Beirat | Dr. Scheurer |
| **DIN** | NA 003-02-02 Armaturen für die Trinkwasserinstallation in Gebäuden | Vogel |
| **DIN** | NA 031-04-04-05 PK Sicherheit und Schutz des Gemeinwesens | Vogel |
| **DIN** | NA 119-01-03-01-12 AK Ionenchromatographische Verfahren | Dr. Lange |
| **DIN** | NA 119-01-03-02-16 AK LC-MS/MS-Verfahren | Dr. Zumbülte |
| **DIN** | NA 119-01-03-02-21 AK Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) | Dr. Lange |
| **DIN** | NA 119-01-03-03 UA Mikrobiologie | Dr. Hambsch |
| **DVGW** | Präsidium | Dr. Klinger |

## Deutschland / Germany

| | | |
|---|---|---|
| **DVGW** | Normarbeit Proportionalregler | Vogel |
| **DVGW** | W-LK-1: Lenkungskomitee 1: Wasserwirtschaft/Wassergüte | Dr. Klinger<br>Dr. Wricke |
| **DVGW** | W-LK-2: Lenkungskomitee 2: Wasserversorgungssysteme | Dr. Wricke |
| **DVGW** | W-LK-3: Lenkungskomitee 3: Wasserverwendung | Dr. Klinger<br>Dr. Wricke |
| **DVGW** | W-PK-0-0-4 Digitalisierung | Dr. Wagner |
| **DVGW** | W-GTK-1-3 Gemeinschaftliches Technisches Komitee Wassergüte | Dr. Scheurer |
| **DVGW** | W-PK Projektkreis W 291 Reinigung und Desinfektion | Dr. Korth |
| **DVGW** | W-TK-1-2 Technisches Komitee Grundwasser- und Ressourcen-management | Prof. Dr. Tiehm |
| **DVGW** | W-PK-1-2-2 Projektkreis Grundwasserbiologie (Obmann) | Prof. Dr. Tiehm |
| **DVGW** | W-PK-1-2-5 Projektkreis Landbewirtschaftung und Gewässerschutz | Kiefer |
| **DVGW** | W-PK-1-3-1 Projektkreis Analytik | Dr. Zumbülte |
| **DVGW** | AK „Wasser- und Pflanzenschutz“ der LG NRW | Kiefer |
| **DVGW** | W-PK-1-3-3 Projektkreis Mikrobiologie | Dr. Hambsch |
| **DVGW** | W-PK-1-3-4 Projektkreis Mikrobielles Wachstum auf Werkstoffen | Dr. Klinger; Dr. Hambsch; Delong |
| **DVGW** | W-PK-1-3-11 Projektkreis Spurenstoffe | Dr. Nödler |
| **DVGW** | W-PK-1-3-12 Projektkreis Sensorik | Bethmann |
| **DVGW** | W-PK-1-3-13 Projektkreis 254 Grundsätze für Rohwasseruntersuchungen | Dr. Hambsch |
| **DVGW** | W-PK-1-4-12 Projektkreis Zentrale Enthärtung | Dr. Hesse |
| **DVGW** | W-PK-1-4-17 Projektkreis Nanofiltration | Dr. Müller |
| **DVGW** | W-TK-3-4 Technisches Komitee Innenkorrosion | Dr. Ruppert |

# Das TZW in Gremien

TZW in committees

## Deutschland / Germany

| | | |
|---|---|---|
| **DVGW** | W-TK-3-7 Technisches Komitee Hygiene in der Trinkwasser-Installation | Dr. Wricke |
| **DVGW** | W-PK-3-7-3 Projektkreis W 551 Legionellen | Dr. Hambsch |
| **DVGW** | W-PK-3 7-4 Projektkreis Hygiene, Filter und Trinkwasserinstallation | Dr. Wricke |
| **DVGW** | PK-119-07-14-02-W 213 Projektkreis Filtration | Dr. Lipp |
| **DVGW** | PK-119-07-14-05 W 221 Projektkreis Reststoffmanagement | Dr. Lipp |
| **DVGW** | W-KRS-1-3 Kommission „Radio-aktive Substanzen und Wasser“ | Dr. Lipp |
| **DVGW** | PK 119-07-02-04-01 W1001-W1002 Risiko-/Krisenmanagement | Sturm |
| **DVGW / DIN** | NA 003-02-02-05 GAK Sicherungskombination mit Sperrzone | Vogel<br>Delong |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07 FBR Gemeinschaftsfachbereich Trinkwasser | Dr. Klinger |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-05 AA Wassertransport und -verteilung | Dr. Korth |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-06 AA Wasserspeicherung | Dr. Turković |
| **DVGW / DIN** | DVGW/DINNA 119-07-07 AA Trinkwasser-Installation | Vogel |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-07-05 Überarbeitung DIN 1988-600<br>Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen | Delong<br>Vogel |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-09 AA Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser | Dr. Klinger |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-11 AA Rohre und Rohrverbindungen aus Kunststoff<br>innerhalb von Gebäuden. | Dr. Turković |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-12 AA Wasserbehandlungsgeräte | Dr. Klinger<br>Delong |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-14 AA Wasseraufbereitungsverfahren | Dr. Sacher<br>Dr. Wricke |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-14-01-W 239 Projektkreis Sorption | Dr. Haist-Gulde |
| **DVGW / DIN** | 119-07-14-03-PK-W 214 Projektkreis Stabilisierung | Dr. Hesse |
| **DVGW / DIN** | W-TK-3-4 Technisches K NA 119-07-14-07 Projektkreis W 217 Flockung | Schlitt |

## Deutschland / Germany

| | | |
|---|---|---|
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-15 AA Desinfektionsverfahren | Dr. Wricke |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-15-02-PK UV Desinfektion | Dr. Eggers<br>Schön |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-16 AA Schwimmbeckenwasseraufbereitung | Dr. Stauder |
| **DVGW / DIN** | NA 119-07-17 AA Rohre und Rohrverbindungen aus Metall<br>für Rohrleitungssysteme außerhalb von Gebäuden | Vogel |
| **DVGW - Forschungsbeirat Wasser** | Beirat | Dr. Klinger |
| **DVGW - Verbindungs-ausschuss Wasser** | Beirat | Dr. Klinger |
| **DVGW-Landesgruppe Baden-Württemberg** | Vorstand | Dr. Klinger |
| **DVGW-Landesgruppe Mitteldeutschland** | Vorstand | Dr. Wricke |
| **DVGW-Bezirksgruppe Baden** | Vorstand | Dr. Riegel |
| **DVGW-Bezirksgruppe Sachsen** | Bezirksgruppe Dresden – Vorstand | Dr. Korth |
| **DVGW energie I wasser-praxis** | Redaktionsbeirat | Dr. Klinger |
| **GfKorr** | AK Schadensuntersuchung | Dr. Ruppert |
| **GfKorr** | AK Korrosion und Korrosionsschutz von Kupferwerkstoffen | Dr. Ruppert |
| **gwf-Wasser I Abwasser** | Redaktionsbeirat | Dr. Klinger |
| **Runder Tisch PSM** | Fachgremium der Wasserverbände und PSM-Hersteller | Kiefer |
| **Rohwasserdatenbank** | Beirat | Kiefer |
| **Grundwasserdatenbank Nitrat** | Beirat | Kiefer |
| **Grundwasserdatenbank WV BW** | Beirat | Dr. Klinger<br>Kiefer |
| **IWA** | International Water Association - Nationalkomitee Deutschland | Dr. Klinger |
| **KIT - Engler-Bunte-Institut** | Kuratorium | Dr. Klinger |

# Das TZW in Gremien

TZW in committees

## Deutschland / Germany

| | | |
|---|---|---|
| **LUBW** | Fachgremium Sachverständige § 18 BBodSchG | Prof. Dr. Tiehm |
| **Technische Universität Hamburg-Harburg** | Kuratorium | Dr. Klinger |
| **UBA** | KTW-FG | Dr. Turković |
| **UBA** | KTW-, Modellierungs-, Konformitätsgremien | Dr. Turković |
| **UBA** | Prüfstellen beim UBA, Konformitätsbestätigungen | Dr. Turković |
| **UBA** | Trinkwasserkommission | Dr. Wricke |
| **UBA** | Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS) | Dr. Nödler |
| **Wasserchemische Gesellschaft** | Vorstand | Dr. Scheurer |
| **Wasserchemische Gesellschaft** | Fachausschuss Transformationsprozesse | Dr. Scheurer |
| **Wasserchemische Gesellschaft** | Fachausschuss Non-Target-Screening | Dr. Scheurer |

**Herausgeber**
TZW: DVGW -
Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84
76139 Karlsruhe

**T.:** +49 721 9678-0

**F:** +49 721 9678-101

**E:** info@tzw.de

**W:** www.tzw.de

**Gestaltung**
www.connect-kreativagentur.de

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C003404
www.fsc.org

klimaneutral
gedruckt
www.klima-druck.de
ID-Nr. 2095995
bvdm.