

Nachrichten aus dem  
IWW Zentrum Wasser

 **IWW**  
JOURNAL

Juni 2017 | Ausgabe 46

## Vorsorge ist besser als Nachsorge



Jetzt alle Links und  
Verweise weiterführender  
Quellen mit einem Klick  
auf einen Blick!

Auf [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)  
unter „Aktuelles“!

### Aktuelle Fachbeiträge

Non-Target-Analytik und toxi-  
kologische Charakterisierung,  
zukunftsweisende Kombina-  
tion für eine effiziente Roh-  
wasserüberwachung

Synthetisch hergestellte, orga-  
nische Stoffe sind aus dem täg-  
lichen Leben...

Seite 8

Qualitatives Grundwasser-  
monitoring im Vorfeld von  
Trinkwassergewinnungs-  
anlagen – Ein wichtiger Bau-  
stein bei der Umsetzung des  
Multi-Barrieren-Prinzips –

Die qualitative Überwachung von  
Grundwässern...

Seite 10

Nitrat und PSM in Grundwäs-  
sern – Eine neue UBA-Studie  
beleuchtet die Folgekosten  
für die deutsche Wasserver-  
sorgung

Seit Jahrzehnten wird festge-  
stellt, dass viele Grundwässer in  
Deutschland mit Nitrat...

Seite 12

Anpassung an neue Heraus-  
forderungen – Nachhaltige  
Wasserinfrastruktursysteme  
für Bestandsgebiete

Für den sicheren Betrieb unserer  
Wasserinfrastruktursysteme sind  
aufgrund sogenannter Wandel-  
prozesse...

Seite 14

# Liebe Leserinnen und Leser,

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



zeitgleich zum Erscheinungsdatum dieser Ausgabe des IWW-Journals wird die Badesaison am Essener Baldeneysee offiziell eröffnet. Dass dies nach jahrzehntelangem Badeverbot wieder möglich ist, dazu hat das IWW maßgeblich im BMBF-Forschungsprojekt „Sichere Ruhr“ beigetragen. Auf Seite 4 berichten wir nun über das Projekt „FLUSSHYGIENE“, welches sich thematisch nahtlos daran anschließt.

Die aktuelle inhaltliche Klammer dieser Ausgabe lautet „Vorsorge ist besser als Nachsorge“. Wer potenzielle Gefährdungen frühzeitig erkennt – beispielsweise durch aktives Monitoring oder mit den neuesten Ansätzen zur Non-Target-Analytik und zur toxikologischen Bewertung, kann die richtigen Maßnahmen

vorbugend ergreifen, um langfristig Aufwand zu sparen. Ein anderes Themenfeld der Vorsorge sind die Verteilungsnetze: Wie hoch ist der technisch-wirtschaftliche „Schaden“ von Wasserverlusten wirklich? – eine hochspannende Frage für viele Wasserversorger. Diese wurde erstmalig quantifiziert und ist damit eine wichtige Eingangsgröße für ein vorausschauendes Asset Management.

Leider eher ein Beispiel für „Vorsorge wäre besser gewesen“ ist eine aktuelle Studie des Umweltbundesamtes mit IWW-Beteiligung. Diese quantifiziert erstmals die Kosten des Nitratmanagements für Vorsorge- und Reparaturmaßnahmen in Deutschland in Höhe von 600–800 Millionen Euro jährlich.

Wir hoffen darauf, dass Sie auch in dieser Ausgabe wieder viele Themen und Informationen finden, die Ihnen wertvolle Anregungen für Ihre Arbeit geben!

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Wolf Merkel                      Lothar Schüller

## Inhaltsverzeichnis



4 Forschung für saubere Badegewässer geht am IWW weiter: BMBF-Verbundforschungsprojekt FLUSSHYGIENE



5 Internationales Projekt HypoTrain im Bereich Wasserressourcenmanagement gestartet



7 IWW startet neues Projekt zur Bestimmung des Wasserfußabdrucks der Landwirtschaft in Pakistan

### Aktuelles & Nachrichten .....

- 3 Erfahrungsaustausch für Wasserversorger voller Erfolg
- 3 DVGW-Forschungsvorhaben zur Permeat-Qualität von Umkehrosmose- und Nanofiltrationsprozessen
- 3 MULTI-ReUse Projekt gestartet
- 3 Abschluss des Projekts KURAS
- 4 MERK'MAL minimiert Eintrag von Röntgenkontrastmitteln in die Ruhr

- 4 Forschung für saubere Badegewässer geht am IWW weiter: BMBF-Verbundforschungsprojekt FLUSSHYGIENE
- 5 Internationales Projekt HypoTrain im Bereich Wasserressourcenmanagement gestartet
- 5 ITN Inspiration gestartet
- 6 Technische Möglichkeiten einer PCB-Elimination aus Grubenwässern
- 6 Technisch-wirtschaftliche Bewertung von Wasserverlusten

- 7 IWW-Laborbereiche erfolgreich nach DIN EN ISO/IEC 17025 reakkreditiert
- 7 IWW startet neues Projekt zur Bestimmung des Wasserfußabdrucks der Landwirtschaft in Pakistan
- 8 **Fachbeiträge** .....
- 16 **Personalia & Jubiläen** .....
- 16 Ankündigung: 16. Forum Wasseraufbereitung und 3. Hannover-Fachtagung

## Erfahrungsaustausch für Wasserversorger voller Erfolg



Wie machen das eigentlich andere Versorger? Wer sich diese Frage schon einmal gestellt hat oder eine zündende, innovative Idee für ein anstehendes Projekt benötigt, war beim Netzwerk für den Erfahrungsaustausch des IWW genau richtig. Beim ersten Workshop des IWW Netzwerkformats auf dem campus der Stadtwerke Arnsberg lag der Fokus auf praxisnahen Fragestellungen aus den Themen-

feldern Instandhaltung, Bereitschaftsdienst und Sicherheit der Versorgung. Das Format kam so gut bei den Beteiligten an, dass eine Fortsetzung im Herbst 2017 vereinbart wurde. Wir laden alle weiteren Wasserversorger herzlich zum nächsten Erfahrungsaustausch ein.

*Andreas Hein*

## DVGW-Forschungsvorhaben zur Permeat-Qualität von Umkehrosmose- und Nanofiltrationsprozessen

Im März 2017 startete am IWW ein neues DVGW-Forschungsvorhaben mit dem Titel: „Praxisversuche zur Entwicklung eines Monitoringkonzepts zur Überwachung der Wasserqualität von RO/NF-Anlagen“. Gemeinsam mit drei Wasserversorgern und vier renommierten Herstellern von Prozess-Messtechnik werden die Permeate von RO und NF-Anlagen mit Online-Messgeräten und Labormethoden untersucht. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, ein effektives und praxistaugliches Online-Monitoringkonzept zur kontinuierlichen Überwachung der Intaktheit von



NF-Anlage zur Trinkwasseraufbereitung  
(Foto: Stadtwerke Dinslaken GmbH)

RO/NF-Membranen zur Praxisreife zu entwickeln. Die Untersuchungen werden voraussichtlich bis zum Herbst 2017 andauern. Die Ergebnisse sollen in das DVGW Arbeitsblatt W 236 (Nanofiltration und Niederdruckumkehrosmose) einfließen.

- Beteiligte Wasserversorger: Stadtwerke Dinslaken, Stadtwerke Osnabrück und Stadtwerke Sondershausen
- Beteiligte Industriepartner: Bürkert Fluid Control Systems, Endress+Hauser Conducta, Gebrüder Heyl Analysetechnik und Shimadzu Deutschland

*Oliver Dördelmann*

## MULTI-ReUse Projekt gestartet

Ende 2016 startete das BMBF-geförderte Forschungsprojekt „MULTI-ReUse: Modulare Aufbereitung und Monitoring bei der Abwasser-Wiederverwendung“, das sich in den nächsten drei Jahren mit der Wiederverwertung von gereinigtem Abwasser beschäftigt.

Mit der Anwendung neuer Verfahren hat dieses so genannte Brauchwasser zwar nicht zwangsläufig Trinkwasserqualität, kann aber in der Industrie, Landwirtschaft und zur Grundwasseranreicherung wieder verwendet werden. MULTI-ReUse entwickelt daher Ver-

fahren, mit denen zuverlässig die Wasserqualitäten erreicht werden, die für eine Nutzung als Brauchwasser erforderlich sind.

*Lisa Zimmermann*



## Abschluss des Projekts KURAS

IWW-WE hat eine ökonomische Analyse von Berliner Regenwasserbewirtschaftungsszenarien im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts KURAS „Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme“ erfolgreich abgeschlossen. Dabei ging es um die Kostenermittlung großflächig verplanter dezentraler Regenwasserbewirtschaftung in Berliner Stadtquartieren. Zudem wurden die Kostenträger und mögliche Empfänger von Einsparungseffekten bestimmt und die

finanziellen Auswirkungen für Stakeholder wie Mieter, Eigentümer, Tarifkunden, die Berliner Wasserbetriebe sowie das Land Berlin analysiert. Die Posterpräsentationen der gut besuchten öffentlichen Abschlussveranstaltung vom 26.10.2016 sind im Downloadbereich unter [www.kuras-projekt.de](http://www.kuras-projekt.de) zugänglich, darunter auch das Poster „Ökonomische Effekte, Wirkungspfade und Ressourcennutzung“ mit wesentlichen Ergebnissen der IWW-WE Analyse. Zentrale Erkenntnisse

des Gesamtprojekts sind bei den Entscheidungsträgern bereits angekommen, denn in der Koalitionsvereinbarung der Berliner Landesregierung wurde festgehalten: „... Ergebnisse von Forschungsprojekten wie KURAS werden in die Praxis überführt und weiterentwickelt.“ Ein schöner Erfolg für alle Beteiligten!

*Andreas Hein*





## MERK'MAL minimiert Eintrag von Röntgenkontrastmitteln in die Ruhr

Im März startete das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte

**MERK'MAL**

Minimierung der Einträge von Röntgenkontrastmitteln Mülheim an der Ruhr

Forschungsprojekt „Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr“ (MERK'MAL). Gemeinsam mit dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) sowie der IKU GmbH entwickelt IWW ein Konzept zur vorsorgenden Eintragsvermeidung von Röntgenkontrastmitteln. In den beteiligten Kliniken und Praxen wird der

Urin der Patienten nach einer radiologischen Untersuchung in speziellen Beuteln aufgefangen und über den Restmüll entsorgt. Im Erfolgsfall ist ein regionaler Roll-out auf das gesamte Einzugsgebiet der Ruhr geplant.

Verena Thöne

## Forschung für saubere Badegewässer geht am IWW weiter: BMBF-Verbundforschungsprojekt FLUSSHYGIENE



Deutschlands Flüsse sind in den vergangenen Jahrzehnten deutlich sauberer geworden. Allerdings liegen von den über 2.000 nach EG-Badegewässerrichtlinie registrierten Badegewässern tatsächlich nur rund 30 an Flüssen. Dies hat seinen Grund: Die hygienische Wasserqualität schwankt in den meisten Fließgewässern stark, sodass gesundheitliche Risiken beim Baden in Flüssen schwer einzuschätzen sind.

Ziel des Projekts FLUSSHYGIENE ist es, ein besseres Verständnis über den Eintrag und die Dynamik hygienischer Belastungen zu bekommen. Dies soll die nötigen Entscheidungsgrundlagen und Methoden schaffen, multifunktionale Fließgewässer so zu bewirtschaften, dass ohne Einschränkung anderer Funktionen ein höchstmöglicher Gesundheitsschutz der Bevölkerung gewährleistet werden kann. FLUSSHYGIENE legt dabei seinen Fokus auch auf kurzzeitig auftretende hygienische Belastungen, z. B. durch Starkregenereignisse und die sinnngemäße Umsetzung der novellierten EG Badegewässerrichtlinie. Insbesondere kurzzeitige Verschmutzungsereignisse sollen vorhersagbar gemacht werden, aber auch langfristige Bewirtschaftungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Kosten-Nutzen-Verhältnisses sind zu bewerten. Die Arbeiten werden in vier Referenzgebieten mit unter-

schiedlichen Ausgangslagen durchgeführt: dem Spree-Havel-System in Berlin, der Ruhr in NRW, Rhein und Mosel in Rheinland Pfalz sowie Isar und Ilz in Bayern.

Seitens IWW wird das Referenzgebiet Ruhr bearbeitet und die Kosten-Nutzen-Bewertung der Umsetzungsvarianten an der Spree durchgeführt. Es wird ein aufwändiges Messprogramm zur Erfassung des Status Quo durchgeführt, um existierende Wissenslücken zu schließen. Zur Quantifizierung kurzzeitiger Verschmutzungsereignisse werden ereignisbezogene Probennahmen an bekannten Punktquellen und sogenannten Hotspots im Gewässer (Regenüberlaufbecken, potentielle Badestellen) durchgeführt. Es werden sowohl physikalisch-chemische Parameter, mikrobielle Indikatororganismen als auch Krankheitserreger (Viren, Bakterien, Parasiten) gemessen.

Verschiedene Modellierungsansätze zur Prognose werden entwickelt und für ihre Anwendung in den Referenzgebieten getestet. Es soll geklärt werden, unter welchen Randbedingungen, wann und wo mit einem erhöhten Auftreten mikrobieller Verunreinigungen gerechnet werden kann. Daraus abgeleitete Risiken werden mittels einer quantitativen mikrobiellen Risikoanalyse quantifiziert.

Die Ergebnisse und Modelle werden konkret auf die Referenzgebiete angewendet:

- I. Bewertung von Kosten und Nutzen von erarbeiteten Maßnahmenpaketen (Ruhr, Spree/Havel) im Sinne eines vorsorgenden Schutzes von Badenden
- II. Entwicklung von Frühwarnsystemen für alle Referenzgebiete
- III. Aufzeigen der Vorgehensweise bei der Eröffnung neuer Badestellen.

Die Erkenntnisse für die unterschiedlichen betrachteten Referenzgebiete werden für eine breitere Anwendung auf andere Regionen in Deutschland in einen „Handlungsleitfaden zur Überwachung und zum Umgang mit kurzzeitigen Verschmutzungsereignissen“ und in eine „Checkliste zur Ausweisung von neuen Flussbadegewässern“ sehr anwendungsorientiert übersetzt.

Das Projekt wird durch das BMBF im Rahmen der Initiative „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM)“ gefördert und vom Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) geleitet.

IWW hatte bereits im ebenfalls vom BMBF geförderten Forschungsprojekt Sichere Ruhr von 2012 bis 2015 für die Ruhr und den Baldeneysee untersucht, ob und unter welchen Voraussetzungen das Baden möglich wäre. Ergebnis: Im Mai 2017 wurde in Essen am Baldeneysee eine EU-Badestelle angemeldet und eröffnet.

Andreas Hein & Dr. Martin Strathmann



Eröffnung der ersten Badestelle an der Ruhr am 23.05.2017, mit IWW-Beteiligung (Quelle: Ruhrverband)

# Internationales Projekt HypoTrain im Bereich Wasserressourcenmanagement gestartet

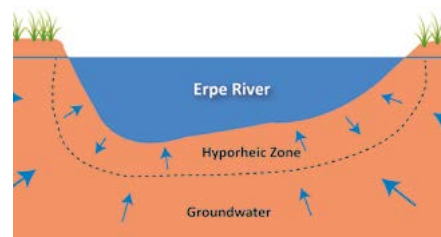


The Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network (ITN) HypoTRAIN is being funded by the EU for the period from January 2015 to December 2018. The main aim of ITN is to study hyporheic zones, dynamic and complex transition regions between rivers and aquifers as well as key compartments for the functioning of aquatic ecosystems. There are numerous activities taking place within the ITN, such as advance training courses (ATC), joint field experiments (JFE), secondments, meetings etc. The ITN has selected two study sites for these purposes: the Erpe river in Berlin, Germany and the Tern river in Birmingham, UK.

Together with the other ITN partners, IWW is responsible for studying the fate of micropollutants under hyporheic conditions. For this, an early stage researcher (ESR) of IWW, Muhammad Raza is conducting a sorption study of micropollutants in hyporheic biomasses in order to gain an understanding of sorption processes in hyporheic zones by using batch and column experimental setups. 109 pharmaceutical compounds have been selected as the main organic micropollutants to be studied within the project. The present work is involving three pharmaceuticals:

Carbamazepine, Diclofenac and Ibuprofen, which are being tested for sorption with sediment taken from the Erpe river in Berlin (see pictures). The sediment was collected during a joint field experiment (JFE) in Berlin in June 2016, where all ITN partners participated for conducting field measurements, samples collections, laboratory-scale analysis, meetings as well as research discussions. This study also includes the cultivation of biofilms, which are primarily a conglomeration of different types of biopolymers known as extracellular polymeric substances. The biofilms are cultivated within batch and column experiments with the aim to elucidate the role of biofilms in sorption processes.

From this study we expect to generate sorption isotherms and sorption rate constants for different micropollutants on different organic matters. Moreover, the importance of sorption processes in the hyporheic zone for the mobility and bioavailability of organic



The hyporheic zone is a region between the surface stream and ground water, where exchanges of water, nutrients and organic matter occur

micropollutants will be quantified. These results will be combined with the results of the other ITN partners in order to understand hyporheic attenuation processes of micropollutants in a holistic way.

Further information can be obtained from the official website of HypoTRAIN: [www.bayceer.uni-bayreuth.de/hypotrain/?lang=en](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/hypotrain/?lang=en)

Muhammad Raza



River water and sediment samples were collected in the upstream and downstream areas of the Erpe River in Berlin



35 cm of sediment core samples were collected by using a sediment corer

## ITN Inspiration gestartet

Mit dem Kick-Off Meeting in Manchester am 23.03.2017 ist nun das zweite Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network (ITN) Inspiration mit Beteiligung des IWW und der TU-Darmstadt gestartet. Wie auch schon bei dem seit 2015 laufenden ITN hypoTRAIN handelt es sich hierbei um ein von der Europäischen Kommission getragenes Projekt, in dem aktuelle Forschungsthemen im Rahmen eines breit angelegten Doktorandenprogramms untersucht werden. In dem ITN Inspiration forschen 15 Doktoranden an elf Einrichtungen in ganz Europa zu

einer nachhaltigen Intensivierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung und deren Auswirkungen auf die Stoffkreisläufe in der Atmosphäre, dem Boden und dem Wasser. Folgende Schwerpunktthemen werden am IWW in den nächsten drei Jahren im Forschungsprogramm behandelt:

- die Entwicklung innovativer Monitoring Technologien, für die Darstellung der im Boden und Grundwasser ablaufenden Nitratabbauprozesse,
- die Erarbeitung einer umfassenden Datenbank zu Nitratabbauraten in unterschiedlichen Sedimenten und

- die Entwicklung und Anwendung neuerartiger Modellierungsansätze zur quantitativen Beschreibung landwirtschaftlicher Maßnahmen, nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken und Technologiekonzepte auf der Einzugsgebietsebene.

Dr. Christine Kübeck



## Technische Möglichkeiten einer PCB-Elimination aus Grubenwässern



Bis Mitte der 1980er Jahre wurden in den Bergwerken in Nordrhein-Westfalen PCB-haltige Betriebsstoffe eingesetzt. Ein Teil dieser Stoffe befindet sich nach wie vor unter Tage. Seit einigen Jahren wird nun in NRW intensiv darüber diskutiert, ob es mit der bevorstehenden Flutung der Bergwerke, nach Auslaufen des Bergbaus Ende 2018, zu einer Remobilisierung des PCB unter Tage kommen kann und ob damit vermehrt PCB mit dem Grubenwasser in die Gewässer ausgetragen würde.

Vor diesem Hintergrund wurde die Arbeitsgemeinschaft IWW / Spiekermann Consulting Engineers vom nordrhein-westfälischen Umweltministerium (MKULNV) beauftragt, mögliche Verfahren zur PCB-Elimination aus Grubenwässern darzustellen, Investitions- und Betriebskosten grob zu ermitteln und die sich ergebenden Varianten zu bewerten.

Für drei Referenzstandorte in NRW wurden Aufbereitungskonzepte entwickelt und die zu erwartende Beschaffenheit der gereinigten Grubenwässer abgeschätzt. Die Verfahren wurden so konzipiert, dass neben PCB zudem weitere relevante Stoffe wie Ammonium, Eisen und PAK reduziert werden. Berücksichtigt wurden weitere betriebliche Aspekte, wie erforderliche Chemikalien, Energieverbrauch, Reststoffe inkl. Entsorgung etc.

Im günstigsten Fall lagen die geschätzten Aufbereitungskosten, also die Summe von Betriebs- und Kapitaldienstkosten, bei etwa 10 ct je Kubikmeter aufbereitetem Grubenwasser, im ungünstigsten Fall lagen diese

Kosten bei etwa 45 ct/m<sup>3</sup>. Im Gutachten wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den hier genannten Kosten um erste Schätzungen handelt, die auf speziellen Randbedingungen und einigen noch ungesicherten Annahmen beruhen. Um die Ergebnisse des Gutachtens abzusichern wurde u. a. empfohlen, die möglichen Aufbereitungsverfahren an den in Frage kommenden Standorten in Form von Labor- und halbtechnischen Pilotversuchen zu testen.

„Die Empfehlungen der Gutachter werden als eine gute Basis für die weitere Diskussion bezüglich des Schutzes der Gewässer in NRW vor weiteren Einleitungen von PCB aus Grubenwässern und deren Elimination angesehen“ (Zitat aus der zugehörigen Pressemitteilung des MKULNV).

*Das Gutachten ist im Internet auf der Seite [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de) unter dem Stichwort „PCB-Elimination“ zu finden.*

Oliver Dördelmann

## Technisch-wirtschaftliche Bewertung von Wasserverlusten

Spezifische Wasserverluste sind neben z. B. Schadensraten ein wichtiger Indikator für den technischen Leitungszustand. Steigende Schadens- und Wasserverlustraten können auf eine zunehmende Zustandsverschlechterung der Leitungen hindeuten. Wasserverluste sowie Maßnahmen zur deren Erfassung und Reduzierung oder Vermeidung sind mit Kosten verbunden (z. B. Gesteigungs-, Ortungs-, Druckmanagement- und Instandhaltungskosten). Aus versorgungstechnischer und wirtschaftlicher Sicht kommt daher einer möglichst genauen Bestimmung der Ursachen für die Höhe der Wasserverluste sowie der damit verbundenen Kosten eine hohe Bedeutung zu.

Zu diesem Thema hat IWW gemeinsam mit den Versorgungsunternehmen Stadtwerke München GmbH sowie GELSENWASSER AG ein anwenderorientiertes F&E-Vorhaben durchgeführt. Hierin wurden relevante Einflussfaktoren auf Anzahl und Laufzeit von Leckagen identifiziert, bewertet und in Wirkzusammenhänge gebracht. Ergebnis ist das sog. koWave-Modell (komponentenbasierte Wasserverlustermittlung) – ein neuartiges technisch-wirtschaftliches Modell, welches unter Berücksichtigung versorgerspezifischer Netzdaten und Maßnahmenkombinationen zur Instandhaltung (Wartung/Inspektion, Reparatur, Rehabilitation) eine langfristige Prognose künftiger Wasserverlustmengen und der damit verbundenen Kosten erlaubt. Grundlage des Modells sind Wasserverlust-Bilanzierungskonzepte wie z. B. der BABE-Ansatz (burst and background estimates), wonach die Leckagen in sichtbare, detektierbare und Kleinstleckagen (sog. Hintergrundverluste) unterschieden werden. koWave stellt eine deutliche Weiterentwicklung bisher bestehender Konzepte, Bewer-



### SWM Infrastruktur

Ein Unternehmen der Stadtwerke München / SWM

tungsverfahren und Modelle im Rahmen der Wasserverlustbilanzierung und -bewertung dar und unterstützt das Versorgungsunternehmen in der Wahl der passenden Strategie im Wasserverlustmanagement.

Die technisch-wirtschaftliche Bewertung von Wasserverlusten soll zukünftig als gemeinsame Dienstleistung von IWW und den Praxispartnern GELSENWASSER und Stadtwerke München angeboten werden, wodurch Wasserversorger auf Wissen aus Forschung und Praxis zum Thema Wasserverluste zugreifen können.

Andreas Hein & Martin Offermann





## IWW-Laborbereiche erfolgreich nach DIN EN ISO/IEC 17025 reakkreditiert

Zu Beginn des Jahres wurde in den verschiedenen Laboratorien des IWW eine sehr erfolgreiche, umfassende Begutachtung des Qualitätsmanagements (QM) durch die DAkkS durchgeführt.

Die drei Begutachter der DAkkS haben im Rahmen der Re-Akkreditierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 alle Bereiche unserer Labortätigkeit intensiv angeschaut. Von der Probenahme über die chemische, mikrobiologische und Radioaktivitätsuntersuchung der Wasser bis zum QM-System wurde alles im Detail geprüft.

Die gute Nachricht: Es wurde den Laboren wiederum ein QM auf sehr hohem Niveau bestätigt. Das Laborteam wurde für sein qualitätsbewusstes Handeln, seine Kompetenz und die hohe Qualität der Ergebnisse von den Begutachtern ausdrücklich gelobt. Das bedeutet für unsere Kunden, dass die gute Qualität unserer Analysen unabhängig durch Dritte bestätigt wurde.

In die Begutachtung und Akkreditierung sind nun auch die Probenahme und Untersuchung von Kühlwässern explizit einbezogen worden, so dass auch hier alle formellen Voraussetzungen erfüllt sind. Seit 2016 wird nämlich gefordert, dass die „belastete“ Matrix Kühlwasser ausdrücklich in der Akkreditierung zu berücksichtigen ist, da sich hier besondere Qualifikationsanforderungen an die Labore stellen. Schließlich wurde die Radioaktivitätsanalytik für Trinkwasser erneut „unter die Lupe“ genommen. In dem Bereich ist das

Labor aufgrund der stark gestiegenen Nachfrage quasi „rund um die Uhr“ tätig.

*Für weiterführende Informationen oder ein Angebot über Analytik sprechen Sie uns an. Bei analytischen Rückfragen steht Ihnen Ulrich Borchers (0208/40303-210) und für Fragen zum QM Anke Berghäuser (0208/40303-212) gern zur Verfügung.*

*Dr. Ulrich Borchers*



## IWW startet neues Projekt zur Bestimmung des Wasserfußabdrucks der Landwirtschaft in Pakistan

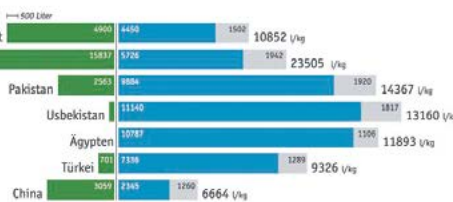


Abb. 1: Grüner (Boden- und Regenwasser), blauer (Bewässerung) und grauer (Produktion) Wasserfußabdruck der globalen Baumwoll-Textilindustrie (Quelle: Vereinigung deutscher Gewässerschutz e. V. nach Chapagain et al. 2006)

Unsere heutige Nachfrage und Nutzung von wasserintensiv hergestellten Anbauprodukten wie zum Beispiel Baumwolltextilien, stellt die globalen Wasserressourcen, vor allem in ariden und semi-ariden Regionen, vor große Herausforderungen. Der Wasserfußabdruck, den wir als Nutzer dieser Produkte hinterlassen ist beträchtlich (Abb. 1). Seit Anfang April arbeitet ein Team des IWW, unter der Projektleitung von Dr. Tim aus der Beek in dem neuen BMBF-Projekt „InoCottonGROW“, welches sich dieser Wasserressourcenproble-

matik widmet. Gemeinsam mit 13 weiteren Forschungs- und Industriepartnern sowie über 10 pakistanischen und türkischen Kooperationspartnern werden in dem Projekt Lösungen zur Verringerung des Wasserfuß-



Projektregion (blau) des InoCottonGROW Projektes in Pakistan (Quelle: M. Usman et al. 2015)

abdrucks der Baumwollindustrie erarbeitet. Ziel ist es, auf Grundlage von Fallstudien in Pakistan und der Türkei zu einer nachhaltigeren Wassernutzung in den Anbauregionen entsprechend den UN-Nachhaltigkeitszielen beizutragen. Das IWW-Team übernimmt hierbei die Wasserbedarfsberechnung des Baumwollanbaus unter spezifischen Landnutzungs- und Klimawandelszenarien, um Aussagen über alternative und effizientere Wassernutzungsstrategien treffen zu können. Zudem wird sich ein Team um Kristina Wencki mit der Entwicklung und Anwendung eines Indikatorensets befassen, welches dazu dient, die Effekte einer Reduzierung des Wasserfußabdruckes abschätzen und bewerten zu können.

*Rike Becker & Dr. Tim aus der Beek*

# Non-Target-Analytik und toxikologische Charakterisierung, zukunftsweisende Kombination für eine effiziente Rohwasserüberwachung

Dr. Ulrich Borchers

## Wo stehen wir heute?

Synthetisch hergestellte, organische Stoffe sind aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Mehr als 5.000 dieser Stoffe wurden vom Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) als potenziell umweltrelevant eingestuft. Der anthropogene Eintrag von organischen Spurenstoffen in die aquatische Umwelt kann zur Gefährdung von Trinkwasserressourcen und der Qualität des Trinkwassers führen. Eintragspfade in das Wasser sind vielfältig. Trinkwasser, welches direkt aus Grundwasser oder Oberflächenwasser gewonnen wird, ist besonders betroffen und somit auf eine effektive Trinkwasseraufbereitung angewiesen. In NRW wird allein aus dem Wasser der Ruhr Trinkwasser für mehr als fünf Millionen Menschen gewonnen.

Um im Vorfeld die Belastungssituation von Grund-, Oberflächen- und Trinkwasser festzustellen, sind Analysemethoden erforderlich, die robust und sicher sind. Mit der Entwicklung leistungsfähiger Analysetechniken konnten in den letzten Jahren bis dahin nicht bekannte Spurenstoffe im Wasser erstmalig nachgewiesen werden, die aufgrund ihrer Relevanz in die Routineuntersuchung übernommen wurden. Großes Aufsehen haben beispielsweise die Befunde von Stoffen wie perfluorierte Tenside (PFT) in der Ruhr oder Pflanzenschutzmittel-Metabolite wie N,N-Dimethylsulfamid (DMS) hervorgerufen. Mit der zunehmenden Nutzung der Ozonierung in der weitergehenden Abwasserreinigung steigt das Potential der Bildung toxischer Transformationsprodukte und ihrer Wiederfindung in Oberflächengewässern.

Stoffe, für die in der Trinkwasserverordnung keine Grenzwerte verfügbar sind, werden mit dem Konzept des „Gesundheitlichen Orientie-

rungswerts“ (GOW) bewertet. Die Orientierungswerte dienen dabei als Maßstab, ob die vorhandene Konzentration einer Substanz im Trinkwasser eine unerwünschte Wirkung haben kann. Die effektorientierte Analytik stellt hierbei ein optimales Untersuchungsinstrument dar. Vorteilhaft in der Bioanalytik ist die Möglichkeit, die Toxizität von bekannten und unbekanntem Stoffen zu bestimmen.

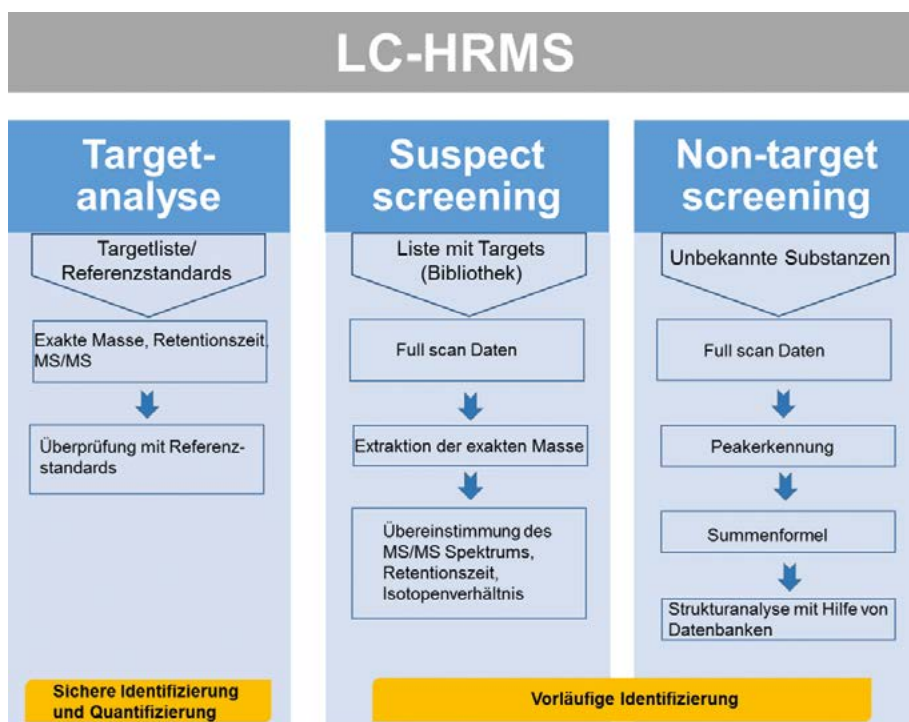
Während in einer gewöhnlichen Umweltprobe einige Tausend Substanzen detektierbar sind, umfasst ein typisches Monitoring-Programm routinemäßig nur zwischen 10–100 Substanzen. So werden derzeit beispielsweise ca. 300 Substanzen im Ruhrwasser überwacht. Dies führt zu dem Nachteil, dass allein der überwachte Teil der Chemikalien nicht alle Hinweise auf das wesentliche Risiko im Ökosystem und/oder Menschen

liefern kann. Viele Spurenstoffe sind in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden, oftmals unterhalb der Konzentration, bei der ein nachteiliger Effekt erwartet wird.

Neben Target-Analysemethoden können durch die Kopplung chromatographischer Trennmethode mit HRMS umfassende Screening Ansätze (Abb. 1) durchgeführt werden, die in der Qualitätssicherung von Trinkwasserressourcen Vorteile bringen.

Im „Suspect-Screening“ wird aus den Scandaten nach exakten Massen bekannter Analyten gesucht [11]. Beim Non-Target Screening werden die Stoffe ebenfalls im Full-Scan-Modus über ihr Masse zu Ladungs-Verhältnis (m/z) erfasst. Allerdings wird hier völlig unspezifisch nach Kontaminationen gesucht. Während die Target-Analyse bislang lediglich

Abb. 1: Darstellung von möglichen Target- und Screening-Analysen





in der Lage war, die Spitze des Eisbergs zu identifizieren, so trägt die Bioanalytik zur Komplementierung des Gesamtbilds des restlichen Teils des Eisbergs bei.

## Projektziele des IWW-Projekts „NT-meets-Tox“

Ziele eines IWW-Projekts sind die Erarbeitung und Validierung einer neuen Non-Target Methode zur Überwachung von Roh- und Trinkwässern sowie eine Teststrategie mittels wirkungsorientierter Analytik zur Priorisierung der „Features“. Die priorisierten Features sollen dann mit Hilfe von Datenbanken und klassischen Strukturaufklärungsmethoden identifiziert werden. Abschließend soll die Kopplung der chemischen und bioanalytischen Methoden zu einer Risikoabschätzung herangezogen werden. Das Screening soll zur Beantwortung folgender Fragen beitragen:

- Welche Features können im Rohwasser detektiert werden?
- Welche Features sind nach der Aufbereitung noch im Trinkwasser detektierbar?
- Welche Features wurden möglicherweise durch den Aufbereitungsprozess in das Trinkwasser eingetragen?

Die Kombination aus Non-Target Analytik und Bioanalytik stellt somit einen innovativen Ansatz für eine proaktive Risikoabschätzung dar.

## Vorgehensweise und erste Ergebnisse

Aus den aufgenommenen Daten der Proben erfolgt zunächst das Suspect-Screening, bei dem mit Hilfe einer Spektren-Bibliothek bereits möglichst viele Substanzen identifiziert werden. Zur Identifizierung werden die akkurate Masse, die Retentionszeit, das Isotopenverhältnis, das Vorhandensein substanzspezifischer Fragmente und der CCS-Wert (ein Merkmal der Molekülgröße) herangezogen. Im nächsten Schritt erfolgt die Peak-Erkennung der unbekannt Features. Die neuen Auswerte- und Identifizierungsmethoden müssen bei der NT-Analytik in der Lage sein, mit enorm großen Datenmengen umzugehen und es muss gelingen, durch diverse Techniken die Peak-Erkennung und Identifizierung zu bewerkstelligen.

## Beispiel Charakterisierung des Wasseraufbereitungsprozesses

Die Proben des Rohwassers können an verschiedenen Stellen oberhalb der Trinkwasseraufbereitung, nach der Aufbereitung sowie nach verschiedenen Aufbereitungsschritten entnommen werden. Der Vergleich der im Roh- und Trinkwasser erfassten Features soll der Aufklärung dienen, welche Features durch die Trinkwasseraufbereitung nicht entfernt wurden und somit im Trinkwasser wiedergefunden werden können. Andererseits soll der Vergleich die Features aufzeigen, die durch den Aufbereitungsprozess im Trinkwasser entstanden sind und folglich nicht auf den Eintrag durch das Rohwasser zurückzuführen sind. Weiterhin sollen Erkenntnisse bezüglich der Anzahl und Art der Features gewonnen werden. Die Erstellung eines zeitlichen Profils der Features einzelner Proben dient der Aufklärung, ob es sich um dauerhafte Kontaminationen handelt. In der Abbildung 2 ist ein Beispiel eines solchen Vergleichs von Rohwasser aus der Ruhr und dem korrespondierendem Trinkwasser zu sehen.

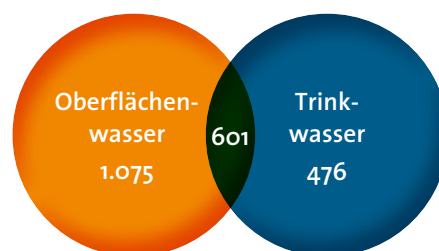
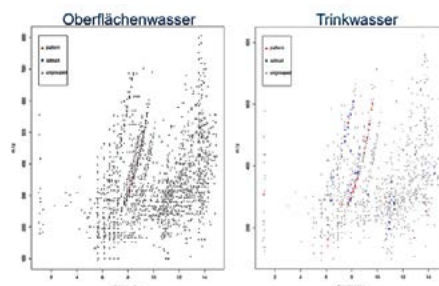


Abb. 2: Beispiel NT-Features in Oberflächen- und Trinkwasser

Man erkennt, dass im Oberflächenwasser 1.676 Stoffe detektiert werden und dass im Trinkwasser mit 1.077 Stoffen deutlich weniger Stoffe auftreten. Dabei sind lediglich 601 Stoffe in beiden Probenarten enthalten. Dies ist ein sicherer Hinweis auf eine Vielzahl an Stoffen, die sich während des Aufbereitungsprozesses (Einsatz von Ozon!) erst bilden.

## Kombination der Non-Target Analytik mit der effektorientierten Analytik

Zur Priorisierung der Features wird parallel zur Implementierung der Non-Target Methode ein neuer Ansatz unter Einbezug der effektorientierten Analytik entwickelt. Dieser ganzheitliche Ansatz bietet die Möglichkeit einer Risikoabschätzung, ausgehend von der gesamten Wasserprobe oder ausgewählter Fraktionen. Zunächst wird daher das Gefährdungspotenzial der zu untersuchenden Probe mittels mehrerer Biotests ermittelt.

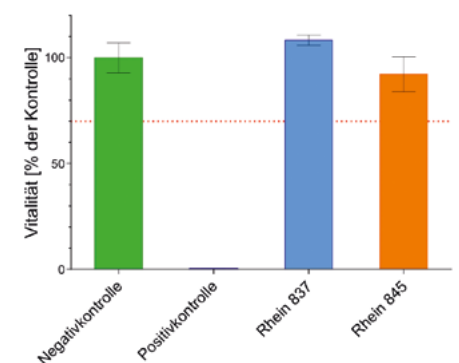


Abb. 3: Ergebnisse eines MTT-Reduktionstest mit ER $\alpha$ -Zellen (metabolische Aktivität von Zellen) an zwei Proben; beide Proben aus dem Rhein (unterhalb Kläranlage = Rhein 837; oberhalb Kläranlage = Rhein 845) lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,7 ng EEQ/L (ER $\alpha$ -CALUX)

Durch die Kombination unterschiedlicher Testsysteme können Aussagen über mögliche unspezifische Wirkungen wie der allgemeinen Zellschädigung oder spezifische Wirkungen wie zum Beispiel Gentoxizität bzw. Mutagenität und/oder hormonelle Wirkungen von einzelnen Substanzen und Stoffgemischen getroffen werden. Es werden folgende Testmethoden durchgeführt:

- Zytotoxizität (MTT-Test)
- Gentoxizität bzw. Mutagenität (umuC-Test, in vitro Mikrokerntest, p53-CALUX, Ames-Test)
- Endokrine Wirkung (ER-/AR-CALUX)

Die Vorteile dieses kombinierten Ansatzes bestehen einerseits in der besseren Vergleichbarkeit chemischer und biologischer Ergebnisse, da beide Untersuchungen an derselben Probe bzw. Fraktion erfolgen. Zum anderen werden Zeit und Kosten eingespart, indem nur die relevante Fraktion weitergehend analysiert werden muss.

# Qualitatives Grundwassermonitoring im Vorfeld von Trinkwassergewinnungsanlagen – Ein wichtiger Baustein bei der Umsetzung des Multi-Barrieren-Prinzips –

Christoph Nolte

Die qualitative Überwachung von Grundwässern hat sich in den letzten 25 Jahren in vielen Wassergewinnungsgebieten als feste Größe etabliert. Zahlreiche Versorgungsunternehmen setzen hierbei auf das von IWW individuell für ihr Gebiet entwickelte Monitoringkonzept. Dessen Umsetzung stärkt die erste Barriere des sogenannten Multi-Barrieren-Prinzips (Castell-Exner 2010). Dieser Fachbeitrag widmet sich dem Design von Messnetzen sowie Messprogrammen. Es werden die Schritte vom Konzept bis zur Interpretation der gewonnenen Werte erläutert.



Eintragsmessstelle im Abstrom einer Maisfläche, Münsterland

## Info 1

Das Überwachungsmessnetz im Vorfeld von (Trink-) Wassergewinnungsanlagen wird nach W 108 in sog. Eintrags-, Förderinfluss- und Vorwarnmessstellen eingeteilt. Die Funktion ergibt sich aus der Tiefenlage der Filterstrecke, den Standort- und Nutzungsmerkmalen sowie der Hydrochemie. Ziel der Vorfeldüberwachung ist es, nachteilige Qualitätsveränderungen in dem der Gewinnung zuströmenden Wasser frühzeitig zu erkennen.

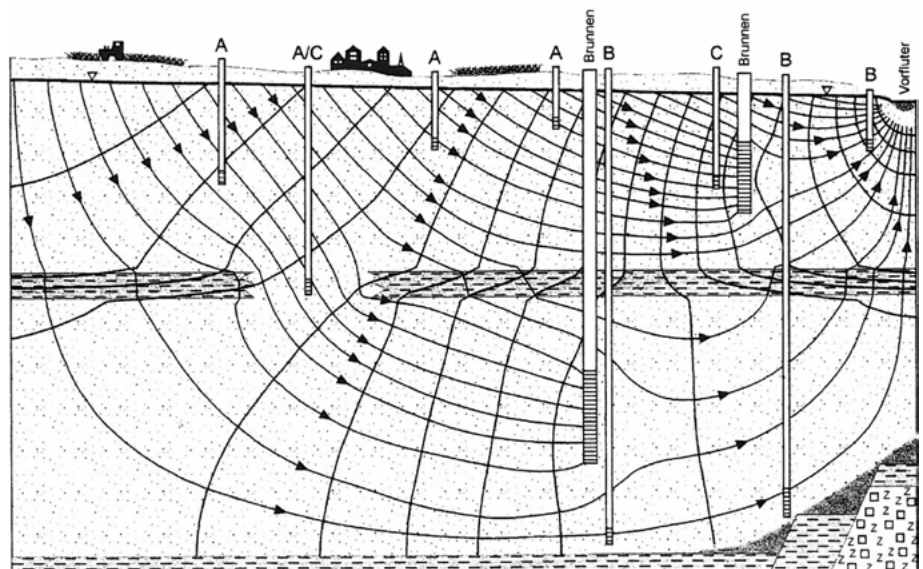


Abb. 1: Prinzipische Skizze für eine Messnetzgestaltung (A, B, C: Eintrags-, Förderinfluss und Vorwarnmessstelle, DVGW (2003))

## Messnetz

Die erste Aufgabe besteht darin, ein geeignetes Messnetz zu benennen. Dabei gilt es die Lage sowie den Ausbau der Messstelle mit der im Zustrom liegenden Fläche in Bezug zu setzen. Maßgeblich hierbei ist das DVGW-Arbeitsblatt W 108 (DVGW 2003) **Abbildung 1, Info 1**.

Der wichtige Typ „Eintrag“ zeichnete sich durch eine geringe Endteufe (< 10 m) und eine kurze Filterstrecke am Messstellengrund aus (ca. 2 m). Bei Kenntnis der allgemeinen Grundwasserfließrichtung kann sehr konkret der eigentliche Zustrombereich und damit die in Frage kommende Eintragsquelle benannt werden (z. B. Acker, 250 m in südwestliche Richtung, Nitrat, nicht relevanter Metabolit (nrM) Desphenyl-Chloridazon).

Vorwarnmessstellen liegen im weiteren Anstrom von Förderbrunnen. Die Auswahl erfolgt insbesondere unter Berücksichtigung hydraulischer Kennwerte. Die Vorwarnzeit (d. h. die Fließzeit von der Messstelle zum Brunnen) sollte laut W 108 mindestens ein Jahr betragen. Im Gegensatz zu den Eintrags-

messstellen deckt dieser Typ den durch die Brunnen erschlossenen (Grundwasser-) Teilstrom ab. So lassen sich zukünftige Veränderungen im Rohwasser bereits frühzeitig erkennen. Mit Hilfe von Förderinflussmessstellen wird der Einfluss von uferfiltriertem Oberflächenwasser auf die Rohwasserqualität überwacht. Dieser Typ ist demnach auf der Fließstrecke zwischen Vorfluter und Brunnen zu betreiben.

Zudem gilt es die Messstellendichte festzulegen. Hier sind die gebietsspezifischen Nutzungen auszuwerten, sodass das Messnetz deren Anteile repräsentativ abbildet. In der Praxis hat sich eine (Mindest-) Dichte von rund einer Messstelle pro km<sup>2</sup> bewährt. Für Grundwassergewinnungen mit einem Wasserrecht in Höhe von 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a ergibt sich



Blick in das Vollrohr einer Grundwassermessstelle, DN 150

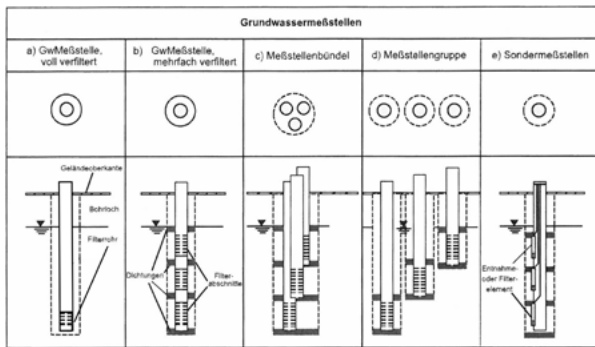


Abb. 2: Schematischer Aufbau verschiedener Ausbautypen von Grundwassermessstellen, DVWK (1997), verändert

eine übliche Anzahl von ca. 10–15 Gütemessstellen. Sonderfragestellungen und Detailüberwachungen können eine höhere Dichte erforderlich machen.

**Abbildung 2** zeigt unterschiedliche bauliche Ausführungen von Messstellen. Wurden die Varianten b), c) und e) vielfach in den 90er Jahren gebaut, setzen sich heute zunehmend die Varianten a) und d) durch. Die Messstellen der Varianten d) sind wenige Meter voneinander entfernt, sie kombinieren die Typen „Eintrag“ und „Vorwarn“. Zum Messstellenbau siehe auch **Info 2**.

## Probenahme

Gütemessstellen müssen eine Nennweite von mindestens DN 50 aufweisen und sollten in zugänglichem Gelände liegen. Grundwasser kann bis zu einer Tiefe von 100 m entnommen werden. Im unwegsamen Gelände kann in Ausnahmen mit einer mobilen Saugpumpe gearbeitet werden. In diesem Fall darf der Flurabstand max. 7 m betragen. Eine tiefenorientierte Probe in Kombination mit hydraulischen Packern ist bei entsprechenden Nennweiten möglich. Gütemessstellen sollten in



Beprobung einer Grundwassermessstelle mit MP1

einem technisch einwandfreien Zustand sein, da an ihnen a) mit sehr hochwertigem Pumpenmaterial gearbeitet wird und b) Proben für eine vergleichsweise kostenintensive Analytik gewonnen werden. Die Verantwortung hierfür liegt beim Betreiber (inkl. der Gewährleistung der hydraulischen Funktion). Ein Arbeitsgang variiert je nach Ausbau und Nennweite, da vor einer Beprobung mindestens die zwei- bis dreifache Menge Standwasser ausgetauscht werden muss (= 10–120 min).

## Parameterumfang und Untersuchungshäufigkeit

Der von IWW individuell vorgeschlagene Parameterumfang orientiert sich an der Datenlage, dem Bundesland und/oder der Fragestellung. So werden in Niedersachsen relativ enge Grenzen gesetzt (MU Nds. 2012). Andere Länder/Aufsichtsbehörden eröffnen größere Spielräume. Es wird eine Erstuntersuchung von Folgeuntersuchungen unterschieden. Wasserinhaltsstoffe wie Nitrat, Chlorid, Sulfat, Eisen, DOC etc. (n = 20) sind Bestandteil des Basisprogramms. Darüber hinaus werden Nebenbestandteile und



Messung der Parameter vor Ort

Literatur: Castell-Exner, C. (2010): Das Multi-Barrieren-Prinzip: Basis für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung. energie-wasser-praxis 11/2010: 44–49. Bonn. DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.) (2003); Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten, Technische Regel Arbeitsblatt W 108. Bonn. DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.) (1997): Tiefenorientierte Probenahme aus Grundwassermessstellen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft 245, 14 S., Bonn. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2012): Öffentliche Wasserversorgung: Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen. RdErl. d. MU v. 12.12.2012 - 23-62003/11, Niedersächsisches Ministerialblatt 5324 63. (68.) Jahrgang, Nr. 4, 30.01.2013, S. 67–78, Hannover. <http://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/wasser/rechtsgrundlagen/rechtsvorschriften-9165.html>. Nolte, C. (2013): Quantifizierung des Nitratabbaus mit Hilfe der N<sub>2</sub>/Ar-Methode. Nachricht IWW-Journal Nr. 39, S. 16, <https://iww-online.de/download/iww-journal-ausgabe-39>

## Info 2

Vorfeldüberwachung liegt in der Verantwortung des Betreibers. In vielen Gebieten wird das im Kontext der Ermittlung von Grundwasserständen installierte Messnetz teilweise auch für die qualitative Überwachung genutzt. Ein kostenintensiver Neubau von Gütemessstellen kann deshalb in fast allen Fällen vermieden werden.

Spurenstoffe überwacht (u. a. Wirkstoffe von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) sowie deren relevante und nicht relevante Abbauprodukte (nrM)). In jüngster Vergangenheit wird die N<sub>2</sub>/Ar-Methode verstärkt nachgefragt (Nolte 2013). Vor Ort werden Abstich sowie physikalisch-chemische Messgrößen bestimmt (Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoff und Redoxpotenzial). Es erfolgt eine organoleptische Ansprache. Die Ergebnisse werden über ein normiertes Protokoll dokumentiert.

Die von IWW eingesetzten Mitarbeiter verfügen über gute Ortskenntnisse (unterstützt durch GPS), hydrochemischen Sachverstand sowie langjährige Erfahrung in Bezug auf die eingesetzte Technik. Die beschriebene Leistung ist in das Qualitätsmanagement des IWW eingebunden, es finden regelmäßige interne und externe Audits statt.

## Plausibilitätsprüfung und Auswertung der Ergebnisse

Nach erfolgreicher Beprobung erfolgt die Weitergabe der Wässer an das Labor. Plausibilitätsüberprüfungen gewährleisten in sich schlüssige Ergebnisse. Vor jedem neuen Monitoringzyklus erfolgt eine konzeptionelle Überarbeitung. Liegen mehrjähriger Datensätze vor, bietet sich eine weitergehende Auswertung an.

## Fazit

Die Ergebnisse aus dem qualitativen Grundwassermonitoring versetzen Wasserversorgungsunternehmen in die Lage, wichtige wasserwirtschaftliche Fragestellungen wie z. B. den Umfang und die Intensität des Nitratabbaus oder die Effizienz kooperativer Maßnahmen beantworten zu können. Erfahrungsgemäß zahlt sich der Aufwand um ein Vielfaches aus.



# Nitrat und PSM in Grundwässern – Eine neue UBA-Studie beleuchtet die Folgekosten für die deutsche Wasserversorgung

Oliver Dördelmann, Dr. Wolf Merkel, Christoph Czichy & Prof. Dr. Mark Oelmann

Seit Jahrzehnten wird festgestellt, dass viele Grundwässer in Deutschland mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln (PSM) belastet sind. Gleichzeitig werden die Ursachen sowie Möglichkeiten zur Lösung der Probleme untersucht. Auch der „Nitratbericht 2016“ der Bundesregierung zeigt keine grundsätzliche Veränderung der Situation: In vielen Fällen ist die landwirtschaftliche Flächennutzung maßgeblich für erhöhte Nitrat- und PSM-Konzentrationen in Grundwässern verantwortlich.

## Hintergrund und Zielsetzung der Studie

Bereits im Jahr 1991 befasste sich eine vom Umweltbundesamt (UBA) in Auftrag gegebene Studie unter dem Titel „Der Einfluss der Gewässerverschmutzung auf die Kosten der Wasserversorgung in Deutschland“ mit diffusen Einträgen aus landwirtschaftlichen Quellen. Die Autoren kamen damals zu dem Schluss, dass Düngeeinschränkungen für die Landwirtschaft eine günstigere Lösungsstrategie darstellen, als die ungleich kostenintensivere Nitratentfernung im Rahmen der Trinkwasserbereitstellung. Die weitere Verschärfung der Nitratproblematik in den vergangenen Jahren und ein sich änderndes Bewusstsein für den Wert der Natur führten zu weiteren Untersuchungen hinsichtlich der durch Überdüngung induzierten Nitratbelastungen.

Anfang 2017 wurde im Auftrag des UBA die Studie „Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserbereitstellung“ fertiggestellt. Folgende Projektpartner waren an der Studie beteiligt:

- Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg
- IWW Zentrum Wasser, Mülheim an der Ruhr
- MOcons GmbH & Co. KG, Mülheim an der Ruhr (Projektleitung)
- OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
- RheinEnergie, Köln

- RWW Rheinisch-Westfälische Wasserversorgungsgesellschaft, Mülheim an der Ruhr

Im Rahmen der Studie wurden bei den drei beteiligten Wasserversorgern in fünf Modellregionen u. a. die Randbedingungen der Wassergewinnung umfassend analysiert und die Kosten für präventive und reaktive Maßnahmen zur Verringerung der Nitrat- und PSM-Problematik erhoben.

## Präventive Maßnahmen zur Verringerung der Nitrat- und PSM-Problematik

Der OOWV setzt beim Grundwasserschutz auf ein Drei-Säulen-Konzept aus Beratung, freiwilligen Vereinbarungen und Flächen-

management (Abb. 1). Die Erfahrungen des OOWV zeigen jedoch, dass eine Trendumkehr bei der Nitratkonzentration allein mit dem Kooperationsmodell nicht möglich ist. Auch bei der RheinEnergie, deren Gewässerschutzkooperationen Vorreiter in Deutschland waren, wurde ein intensives Beratungskonzept entwickelt. Besonders sensible Flächen wurden aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung herausgenommen, zu Dauergrünland umgewandelt oder aufgeforstet. Bei der RWW wird im Rahmen der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft seit 2011 eine erfolgsbasierte Prämierung durchgeführt. Trotz erkennbarer Erfolge wird nach Einschätzung von RWW die Erreichung des Zielwerts von 30 kg N/ha im Gebietsmittel bis zum Jahr 2020 nicht möglich sein.

Generell lässt sich feststellen, dass die Wirksamkeit und die Kosteneffizienz der präventiven Maßnahmen stark von den individuellen Standortbedingungen abhängen. An einigen Stellen führen präventive Maßnahmen alleine nicht zum Ziel.



Abb. 1: Drei-Säulen-Konzept zum Grundwasserschutz (Quelle: OOWV)

## Mögliche Ausweich- und Reparaturmaßnahmen

Wenn präventive Maßnahmen nicht ausreichen, ergreifen viele Wasserversorger reaktive Maßnahmen. Dazu zählen die Ausweichmaßnahmen Verschneidung mit unbelastetem Rohwasser, Vertiefung von Brunnen sowie Verlagerung von Brunnen. Die dabei entstehenden Kosten hängen in hohem Maße von den spezifischen Rahmenbedingungen ab. Wenn auch Ausweichmaßnahmen die Nitratbelastung nicht im erforderlichen Maße reduzieren, bleiben dem WVU als letzte Möglichkeit nur kostenintensive Reparaturmaßnahmen in Form einer technischen Trinkwasseraufbereitung. Bei der Kostenschätzung bzgl. der Trinkwasseraufbereitung wurde deutlich, dass die Aufbereitungskosten von folgenden Faktoren stark beeinflusst werden:

- Größe bzw. Aufbereitungsleistung des Wasserwerks
- Nitrat- und PSM-Konzentration im Rohwasser
- Zielwerte für das gereinigte Wasser
- verwendete Technologie
- Art der Abwasserentsorgung

Für diverse Szenarien wurden die Aufbereitungskosten von vier unterschiedlichen Modellwasserwerken betrachtet. Für eine von IWW definierte „Basisvariante“ wurden – je nach Aufbereitungsverfahren – Gesamtaufbereitungskosten (Summe von Betriebs- und Kapitaldienstkosten) zwischen 0,55 und 0,76 €/m<sup>3</sup> Trinkwasser ermittelt. Für Szenarien mit ökonomisch ungünstigeren Randbedingungen wurden hingegen Kosten von teilweise über 1 €/m<sup>3</sup> berechnet. Die geschätzten Aufbereitungskosten beziehen sich explizit nur auf die Randbedingungen, die im Rahmen dieser Studie festgelegt wurden. Es lassen sich aber generelle Trends und typische Kostenstrukturen erkennen, die auch auf andere Fälle übertragen werden können.

## Generalisierung der ermittelten Kosten

In der Studie wurde eine neue Methodik entwickelt, um die jährlichen Gesamtkosten zu berechnen, die der deutschen Wasserversorgung aufgrund der landwirtschaftlich verursachten Nitrat-Problematik entstehen. Hierfür wurde ein komplexes Berechnungsmodell

## Erforderliche N-Minderung (37,5 mg/l) in [kg N/ha]

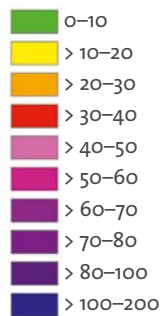
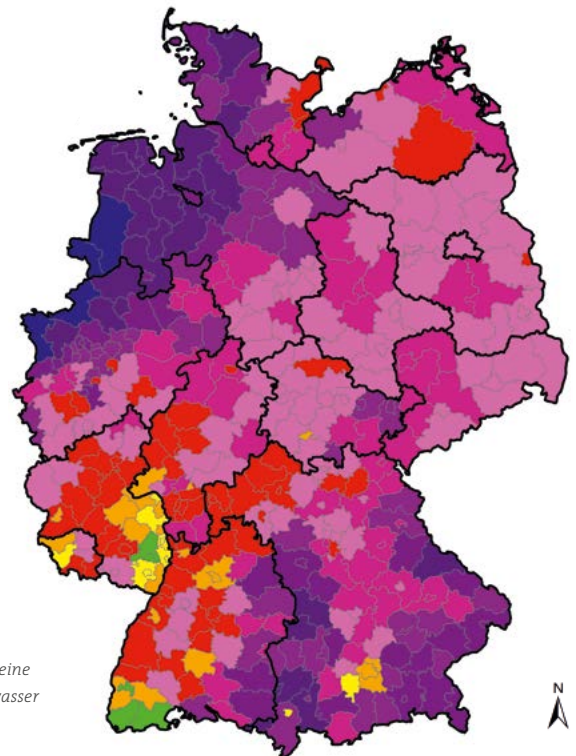


Abb. 2: Erforderliche Stickstoffminderung für eine Nitratkonzentration von 37,5 mg/l im Sickerwasser (Quelle: ARSU und MOcons)



erstellt, mit dem man zunächst auf Ebene der 402 Kreise und kreisfreien Städte die Stickstoff- bzw. Nitratüberschüsse sowie den „Stickstoffminderungsbedarf“ für verschiedene Nitrat-Zielwerte im Sickerwasser ermittelt.

Es wurde deutlich, dass der Stickstoffminderungsbedarf in manchen Regionen verhältnismäßig gering und in anderen Regionen sehr hoch ist (Abb. 2). Auf Basis von zuvor ermittelten Daten wurden dann die in den einzelnen Kreisen zu erwartenden Kosten der präventiven und reaktiven Maßnahmen berechnet und schließlich auf Bundesebene hochgerechnet. Die hierbei geschätzten Kosten liegen in einer Größenordnung von ca. 580 bis 770 Mio. Euro jährlich. Bei diesen Kosten handelt es sich um Zusatzkosten für die deutsche Wasserversorgung, die zusätzlich zu den Kosten anfallen, die bereits heute für Präventivmaßnahmen aufgewendet werden.

## Bewertung und Fazit

Bei der hier durchgeführten „Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserversorgung“ für ganz Deutschland mussten gewisse Annahmen getroffen werden, von denen manche kostenmindernd, andere kostensteigernd wirken können. Zusammenfassend lässt sich jedoch festhalten, dass die Kostenberechnung tendenziell als konservativ einzustufen ist. Es wurden ausschließlich diejenigen Kosten

berechnet, die im Rahmen der Trinkwasserversorgung entstehen. Kosten im Rahmen der Erfüllung von WRRL-Zielvorgaben für deutsche Gewässer sind explizit nicht Gegenstand dieser Studie. Daraus folgt unmittelbar, dass die tatsächlichen volkswirtschaftlichen Kosten der Nitratbelastung unberücksichtigt bleiben und erheblich über den hier bestimmten Werten liegen.

Präventive Maßnahmen leisten einen wichtigen Beitrag zum vorsorgenden Gewässerschutz. Die Studie zeigt, dass in vielen Regionen in Deutschland allein präventive Maßnahmen ausreichen, um die angestrebte Verringerung der Stickstoffeinträge in die Gewässer zu bewirken. Hingegen sind insbesondere in Regionen mit hohen Stickstoffüberschüssen deutlich aufwändigere Maßnahmen erforderlich, beispielsweise der Kauf oder die Pacht von landwirtschaftlichen Flächen oder eine weitergehende Trinkwasseraufbereitung. In der Folge würde dies in den betroffenen Regionen zu deutlichen Anstiegen beim Trinkwasserpreis führen, falls die Politik nicht nachhaltig gegensteuert.

*Ansprechpartner im IWW: Oliver Dördelmann und Dr. Wolf Merkel. Co-Autoren dieses Artikels: Christoph Czichy und Prof. Dr. Mark Oelmann (beide MOcons).*

*Die Studie wird voraussichtlich im Juni 2017 auf der UBA-Homepage veröffentlicht.*

# Anpassung an neue Herausforderungen – Nachhaltige Wasserinfrastruktursysteme für Bestandsgebiete

Ergebnisse aus dem abgeschlossenen BMBF-Forschungsvorhaben TWIST++

Dr. Christian Sorge, Maxim Juschak, Barbara Zimmermann & Peter Lévai



## Veranlassung und Zielsetzung

Für den sicheren Betrieb unserer Wasserinfrastruktursysteme sind aufgrund sogenannter Wandelprozesse (z. B. demografischer Wandel und technologischer Fortschritt) künftig neue Herausforderungen zu erwarten und weitergehende Anforderungen zu erfüllen. Vor diesem Hintergrund arbeiteten im transdisziplinären BMBF-Verbundforschungsvorhaben TWIST++ drei IWW-Bereiche (Wassertechnologie, Wasserökonomie und Wassernetze) zusammen mit weiteren Projektpartnern an der Neu- und Weiterentwicklung innovativer modellhafter Systemlösungen. Hauptziele des Vorhabens waren die Entwicklung und Bewertung sogenannter Transitionswege zur schrittweisen Überführung vorhandener und neuer Wasserinfrastruktursysteme in ressourcenoptimierende und flexible Systeme. IWW entwickelte unter anderem in diesem Forschungsvorhaben Konzepte sowie technische Lösungen zur bedarfsgerechten Wasseraufbereitung („Fit-for-Purpose“-Aufbereitung“) und zu neuartigen Wasserverteilungskonzepten.



F4P-Versuchsanlage mit Sicht auf diverse Aufbereitungs-module (z. B. Membranmodule – links)

Weitere wichtige Forschungsarbeiten wurden zur Entwicklung einer neuartigen multikriteriellen Bewertungsmethode durchgeführt sowie der Anpassungsbedarf technischer und organisatorischer Regelungen überprüft. Anhand dreier Modellgebiete (urban, ländlich, Konversionsfläche) wurden konkrete Planungsvarianten erarbeitet. Nachfolgend sind maßgeblich von IWW (mit-) entwickelte Konzepte vorgestellt.

## Bedarfsabhängige Wasseraufbereitung („Fit-for-Purpose“-Aufbereitung)

Innerhalb einer „Fit-for-Purpose“-Anlage können zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche Wässer aufbereitet und abgegeben werden – bezogen auf Qualitäten und Verwendungszwecke. Potenzielle Einsatzmöglichkeiten sind zum Beispiel saisonal begrenzte gewerbliche oder industrielle Anwendungen, bei denen Kreislaufführung oder Wieder- bzw. Weiterverwendung von Prozesswasserströmen eine Reinigung/Aufbereitung des Prozess- oder Betriebswassers erfordern.

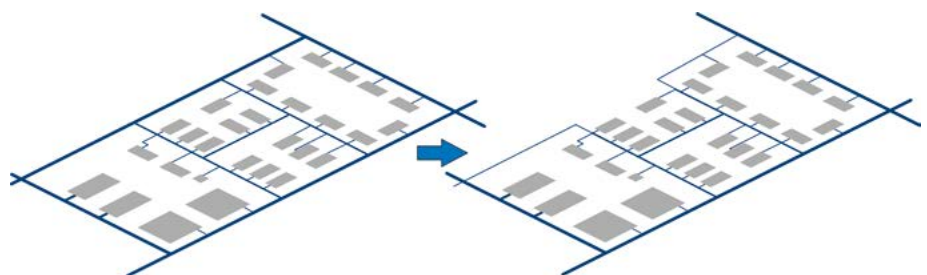
Für die IWW-Versuche wurden die technischen Aufbereitungsverfahren Flockung, Ultrafiltration und Adsorption ausgewählt. Die Aufbereitung von sehr unterschiedlichen

Rohwässern erfolgte mit einem modular aufgebauten und erweiterbaren Verfahrenskonzept in einer einzigen Anlage. Als Vorteile des getesteten Systems sind zu nennen:

- Betrieb mit biologischer Stufe (als Membran-Bioreaktor) und Betrieb ohne biologische Stufe mit dem gleichen Membranmodul möglich,
- platzsparende Erweiterung bereits bestehender Anlagen zur Verbesserung der Ablaufqualität oder zur Kapazitätserweiterung (auch saisonal möglich),
- Betrieb auch bei schwankenden Volumenströmen und Wasserqualitäten durch effiziente Reinigung (erhöhte Reinigungsfrequenz des Membranmoduls sowie einfachen Austausch) oder modulare Erweiterung,
- kurze Einfahrphase, unempfindlich gegenüber toxischen Stoffen,
- einfach erweiterbar durch Adsorptions- bzw. Ionenaustauscherstufen, um die erforderliche Wasserqualität einzustellen.

## Semivermaschte Trinkwasser-Teilnetze

Sofern Szenarien eintreten, bei welchen der künftige Trinkwasserverbrauch (weiter) sinkt, können für bestehende, aber auch neu zu errichtende Netze in bestimmten Abschnitten



Transition eines vermaschten Netzabschnittes zu einem semi-vermaschten Netzabschnitt durch Auftrennen mehrfach redundanter Maschen und Redimensionierung der verbliebenen Maschen



hydraulisch ungünstige Situationen entstehen, welche sich in sehr langsamen Fließgeschwindigkeiten (Stagnation) oder häufiger ändernden Fließrichtungsänderungen äußern können (sog. Pendelzonen). Damit können weitere Beeinträchtigungen der Versorgungsqualität verbunden sein, z. B.

- häufigere Sedimentation und Remobilisierungen von Partikeln (kann zu Trübungerscheinungen ggf. zu Geruch des Trinkwassers und zu erhöhten Fließwiderständen führen),
- erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit (kann zu erhöhten Schadensraten, Trübungerscheinungen und erhöhten Fließwiderständen führen),
- Gefahr der Aufkeimung (kann zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen).

Um die hydraulische Flexibilität von Trinkwasserteilnetzen (wieder) zu erhöhen und somit eine sichere Trinkwasserversorgung auch bei sich ändernden und nicht genauer vorhersehbaren Entwicklungen zu gewährleisten, wurden diese Lösungen neu- oder weiterentwickelt:

- semivermaschte Trinkwasser-Teilnetze,
- Einschleifung von Endsträngen und
- netzentkoppelte Löschwasserbereitstellung

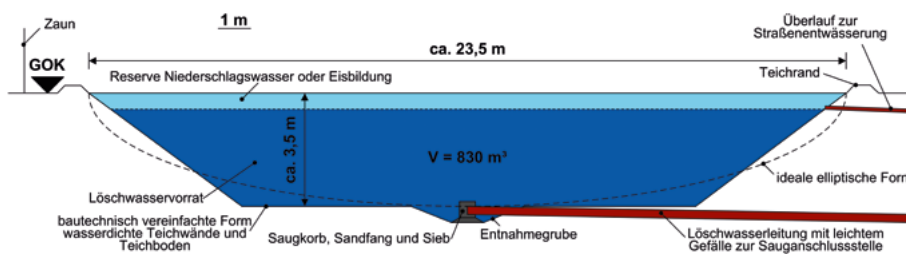
In den Planungs- und Modellierungsansätzen für die TWIST-Modellgebiete (vor allem das ehemalige Bergwerksareal „Neue Zeche Westerholt“ bei Gelsenkirchen) zeigte sich das semivermaschte Netz als ein geeignetes technisches Gestaltungselement, um auch bei sich ändernden oder nicht genauer prognostizierbaren Trinkwasserverbräuchen die Netzhydraulik langfristig anpassbar und optimierbar zu gestalten. Maßnahmen zur Transition bestehender Trinkwassernetze in ein semivermaschtes Trinkwassernetz können hierbei teilweise kostenneutral im Rahmen der üblichen Instandhaltungsmaßnahmen schrittweise umgesetzt werden. Voraussetzung sind gut kalibrierte hydraulische Rechenmodelle der betroffenen Netze und Kenntnisse über zukünftige Wandelprozesse sowie deren Auswirkungen.

### Multikriterielles Bewertungsverfahren

Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI sowie der Bauhaus-Universität Weimar wurde basierend auf einer Defizitanalyse bereits vorhandener Bewertungskonzepte ein multikriterielles Bewertungsverfahren für Wasserinfrastrukturen und zugehörige Technologien entwickelt. Dabei wurden sowohl die Besonderheiten langlebiger Wasser-

infrastruktursysteme, Akzeptanzfragen als auch die ökonomische und ökologische, wie auch die technische Leistungsfähigkeit und Flexibilität berücksichtigt. Der entwickelte Bewertungsansatz ist in der Lage, Vor- und Nachteile verschiedener Infrastrukturalternativen im Detail in quantitativer Form darzustellen und durch die Einführung eines Gewichtungsfaktors nicht nur vergleichbar zu machen, sondern durch das Aggregieren eine Gesamtbewertung zu ermöglichen. Dadurch, dass bei der Normierung häufig auf allgemeingültige Größen, z. B. auf deutschlandweite Durchschnittswerte Bezug genommen wird, ist größtenteils sogar ein Vergleich zwischen den Modellgebieten oder über die Grenzen des Vorhabens TWIST++ hinaus möglich.

*Eine ausführliche Darstellung der IWW-Forschungsarbeiten steht mit der Veröffentlichung des Abschlussberichts ab Mai 2017 zur Verfügung (siehe auch [www.twistplusplus.de](http://www.twistplusplus.de)).*



Löschwasserteich

**Literatur:** A. Hein, P. Lévai, K. Wencki (2015a): Multikriterielle Bewertungsverfahren: Kurzbeschreibung und Defizitanalyse (Teil 1). gwf Wasser – Abwasser, (1), 58–61. T. Hillenbrand T, J. Londong, H. Steinmetz, C. Wilhelm, H-C. Sorge, H. Söbke, I. Nyga, R. Minke, E. Menger-Krug (2016): Anpassung an neue Herausforderungen – nachhaltige Wasserinfrastruktursysteme für Bestandsgebiete, Ergebnisse des Forschungsvorhabens TWIST++. KA – Wasserwirtschaft, Abwasser Abfall, 2016(11), 992–998. M. Langer, J. Wolf, H-C. Sorge, D. Karthe (2014): Forschung für die Wasserinfrastrukturen von morgen. Energie | wasser-praxis, 2014(10), 72–75. H-C. Sorge (2016): Einflussfaktoren auf künftige Trinkwasserverbräuche - Prognosen, Unsicherheiten und Auswirkungen für den Netzbetrieb. Konferenzbeitrag Dumme Rohre – Intelligente Netze – Modelle, Simulation und Steuerung von Infrastrukturen. In: 30. Oldenburger Rohrleitungsforum, Vulkan-Verlag, Essen, ISBN/ISSN 978-3-8027-2799-3, 851. J. Niederste-Hollenberg, E. Menger-Krug, U. Feldmann, E. Joel, T. Hillenbrand (2017): Transition von Wasserinfrastruktursystemen in Bestands- und Neuerschließungsgebieten. wwt Modernisierungsreport 2016/2017, 4–9.

### TWIST++ (Transitionswege Infrastruktursysteme)

BMBF-Verbundforschungsprojekt zu Anpassungen der Wasserinfrastrukturen an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum.

#### Beteiligte Projektpartner:

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) in Karlsruhe (Leitung), Bauhaus Universität Weimar, Universität Stuttgart, Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung ILS an der TU Dortmund, Stadtbetriebe Abwasserbeseitigung Lünen AÖR, Abwasserzweckverband Nordkreis Weimar, Wupperverband KÖR, 3S Consult GmbH, tandler.com Gesellschaft für Umweltinformatik mbH, takomat GmbH, CURRENTA GmbH & Co. OHG, HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, RAG Montan Immobilien, DWA, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV)

13. September 2017

### 3. Hannover-Fachtagung

Sichere Wasserversorgung –  
 immer und überall?

Die Situation des Grundwasserschutzes in Norddeutschland, aktuelle Probleme sowie neue Lösungsansätze sind der Fokus der dritten gemeinsam vom IWW Zentrum Wasser und Wasserverbandstag e. V. ausgerichteten Fachtagung, zu der wir Sie herzlich einladen.

09. November 2017

### 16. Forum Wasseraufbereitung

Aktuelle Entwicklungen und  
 neue Forschungsergebnisse

DVGW, IWW und TZW laden zum nächsten Forum Wasseraufbereitung ein. Die etablierte Veranstaltungsreihe des DIN DVGW UA „Wasseraufbereitungsverfahren“ des DVGW zeigt aktuelle Ergebnisse von Forschungsvorhaben mit Schwerpunkt Trinkwasseraufbereitung.



## Personalia

Sascha Schiemann hat am 23.01.2017 seine vorgezogene Abschlussprüfung zum Fachinformatiker für Systemintegration bestanden. Seit dem 24.01.2017 ist Sascha Schiemann als Softwareentwickler und Systemadministrator weiter für das IWW tätig.



Mehtap Görgülü ist seit dem 01.04.2017 als biologisch-technische Assistentin im Bereich Angewandte Mikrobiologie tätig. Ihr Tätigkeitsschwerpunkt ist die Probenahme und Analytik von mikrobiologischen Wasser- und Biofilmproben.



Rike Becker unterstützt seit April 2017 das InoCottonGROW Projekt des IWW im Bereich der hydrologischen Modellierung. Ihr Fokus wird die Wasserbedarfssimulation des Baumwollanbaus in Pakistan sein.



Stefan Hahn aus Bochum verstärkt seit dem 01.03.2017 als Berater den Bereich Wassertechnologie. Als Master-Absolvent des Studiengangs Chemieingenieurwesen an der FH Münster wird er zusammen mit Helmut Rudow unsere vielen Funktionsprüfungskunden beraten.

## Jubiläum „25 Jahre am IWW“

Kristina Wencki hat zum 01.04.2017 die stellvertretende Bereichsleitung des Bereichs Wasserökonomie & Management übernommen. Die Wirtschaftsingenieurin ist bereits seit 2013 erfolgreich im IWW tätig.



Jürgen Heinzke ist seit dem 01.04.1992 beim IWW und Leiter der Geschäftsfelder Informationstechnologie / Softwareentwicklung.



[www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)  
[info@iww-online.de](mailto:info@iww-online.de)

## Impressum

### Herausgeber

IWW, Moritzstraße 26,  
 45476 Mülheim an der Ruhr  
 An-Institut der Universität Duisburg-  
 Essen; Mitglied im DVGW-Instituts-  
 verbund und der Johannes-Rau-  
 Forschungsgemeinschaft NRW  
 Telefon: +49 (0)208-4 03 03-0  
 E-Mail: [info@iww-online.de](mailto:info@iww-online.de)  
 Homepage: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)  
 ISSN 0948-4779

### Bildnachweise

shutterstock.com/martinho Smart,  
 Valentin Valkov, SvedOliver, KuLouKu

### Verantwortlich

Lothar Schüller, Geschäftsführung

### Redaktion

A. Becker (Bereich Wassernetze),  
 U. Borchers (Bereich Wasserqualität),  
 O. Dördelmann (Bereich Wassertechnologie),  
 R. Fohrmann (Bereich Wasserressourcen-  
 Management), A. Hein (Bereich Wasser-  
 ökonomie & Management), L. Schüller  
 (Geschäftsführung), J. Wingender  
 (Bereich Angewandte Mikrobiologie),  
 L. Zimmermann (Kommunikation)  
*Nachdruck erwünscht, Beleg erbeten.*

### Konzeption & Gestaltung

heavysign!

Agentur für Werbung und Kommunikation,  
 Essen