

# IWW JOURNAL

## Nachrichten aus dem IWW Zentrum Wasser

### DBP2014.eu

Eine vom IWW, der Royal Society of Chemistry und der Society of Chemical Industry in Mülheim ausgerichtete Internationale Konferenz zu Desinfektionsnebenprodukten in Trinkwasser. S. 4

### IWW an zwei neuen EU-Vorhaben beteiligt

Das IWW ist mit der Koordination des EU-Verbundvorhabens „DESSIN“ beauftragt worden und an dem von der TU-Darmstadt koordinierten EU-Verbundvorhaben „MARSOL“ beteiligt. S. 5

### Bundesweit einheitliches Hauptkennzahlensystem für die Wasserversorgung

In dem DVGW-Forschungsvorhaben wird ein Vorschlag für ein methodisch abgestimmtes Hauptkennzahlensystem erarbeitet. S. 14

### BMBF-Verbundprojekt „Sichere Ruhr“

In dem vom BMBF geförderten Verbundprojekt wird seit Anfang 2012 die hygienische Situation der Ruhr untersucht. S. 15



## Klimawandel – Herausforderung für eine sichere Wasserversorgung

### Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserbeschaffenheit unter landwirtschaftlichen Nutzflächen

Im Rahmen des dynaklim Projektes wurden in einem Teilvorhaben die Auswirkungen der projizierten Klimaänderungen bis zum Jahr 2100 auf die qualitative und quantitative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten untersucht. Die

Untersuchungen fanden innerhalb der dynaklim-Projektregion am Beispiel des Einzugsgebietes der Wassergewinnung Üfter Mark der RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH statt. *Fachbeitrag auf S. 6*

### Wettbewerbsfähige Industriestandorte durch angepasste Wassernutzungskonzepte in Zeiten des Klimawandels

Mit Blick auf die Dynamik zukünftiger lokaler und globaler Klimawandelprozesse ist es zur Sicherung der regionalen Wirtschaftskraft unerlässlich, mithilfe von adaptiven und nachhaltigen Strategien für (Industrie-) Unternehmen diesen Veränderungen zu begegnen. Zur Analyse der technischen und wirtschaftlichen Vulnerabilität von Industrieunternehmen hinsichtlich Klimawandel und zur Erarbei-

tung von Anpassungsstrategien wurde ein Konzept erarbeitet (Leitfaden), das im Detail die Auswirkungen des Klimawandels auf die betriebsinternen Bereiche Wasserverbrauch und Wasserversorgung bzw. auf die Gefährdung des Standorts infolge von Überschwemmungen betrachtet, analysiert und Anpassungsmaßnahmen empfiehlt. *Fachbeitrag auf S. 8*

### Sichere Wasserversorgung im Klimawandel

Ob Klimawandel oder besondere Laune des Wetters – Tatsache ist, dass in den letzten zwei Jahrzehnten außergewöhnlich oft die langjährigen

Planungswerte zum Niederschlag, zur Dauer von Trockenperioden oder zur Häufigkeit von Hochwässern überschritten wurden. *Fachbeitrag auf S. 10*



Unsere neue Homepage ist bald online!  
[www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)

## Liebe Kunden,

wir freuen uns, Ihnen **ab Mitte Mai 2014** unsere **neue Website** präsentieren zu können. Die alte Seite war in die Jahre gekommen und entsprach nicht mehr den Anforderungen an die heutige Medientechnik.

Wir hoffen, dass wir Ihnen mit unserer neuen Website mehr Informationen über unser Unternehmen und unser Leistungsspektrum geben können und diese Informationen für Sie leichter zu finden sind.

Unser Onlineauftritt im neuen Design ist nun übersichtlicher gegliedert und bietet allen Interessierten, Kunden und Netzwerkpartnern umfangreiche Informationen über das was wir machen, wie wir arbeiten und mit wem wir kooperieren. Wir haben viel Zeit und Arbeit in die Neugestaltung investiert und sind der Überzeugung, dass unser Webauftritt dadurch deutlich gewonnen hat. Alle Informationen sind jetzt gebündelt und strukturiert abrufbar und verschiedene Navigationsmöglichkeiten erleichtern Ihnen das Navigieren durch die Website.

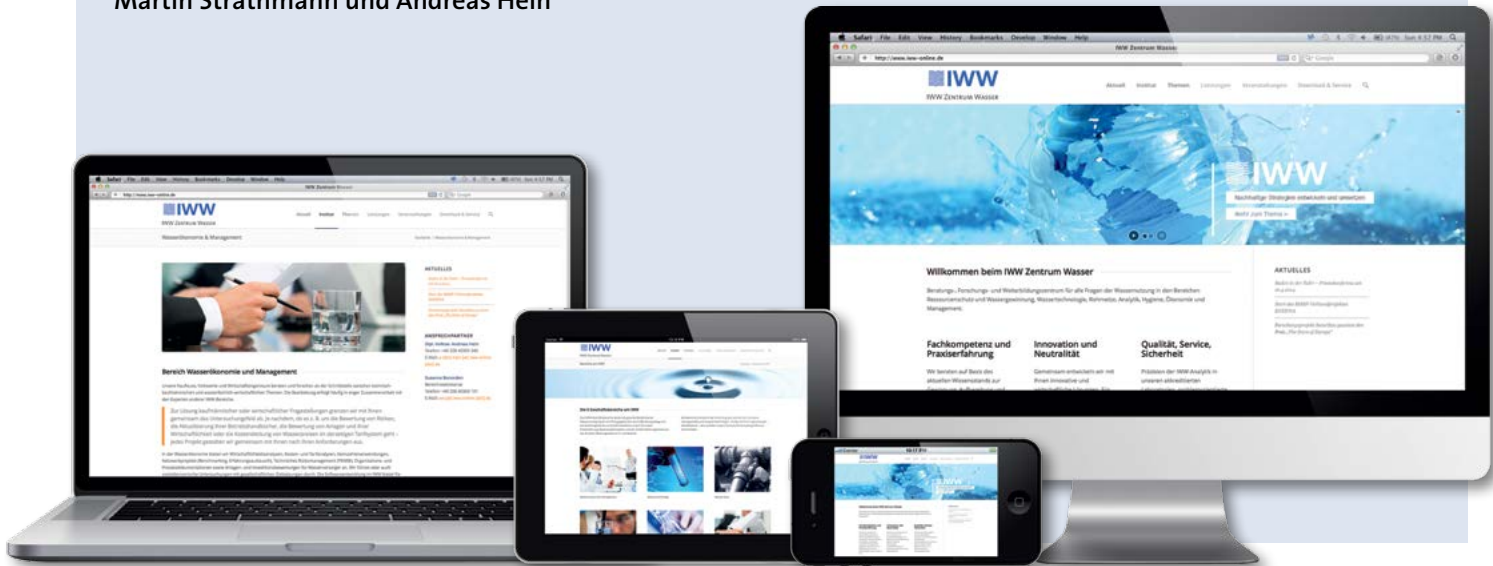
Gerne dürfen Sie uns Ihr Feedback geben, wir freuen uns über Lob und Kritik.

Wir wünschen Ihnen interessante Entdeckungen auf unserer neuen Homepage!

**Martin Strathmann und Andreas Hein**



Direkt anschauen!



## Liebe Leserinnen und Leser unseres Journals,

das vorliegende IWW-Journal markiert eine Zeitenwende für das IWW: Alle bisherigen Ausgaben wurden von Klaus-Dieter Neumann redigiert, der dies für diese Ausgabe das letzte Mal übernommen hat. Er hat mehr als 20 Jahre die Geschicke des IWW maßgeblich mit gelenkt, und verabschiedet sich zur Jahresmitte in den verdienten Vorruhestand. Das Redaktionsteam des IWW-Journals hat unter seiner Leitung das IWW-Journal als eine wichtige Informationsquelle für die Entscheider in der Wasserversorgung etabliert. Wesentliche technische und ökonomische Neuerungen werden hier zusammengefasst dargestellt und geben Ihnen Input für die weitere Entwicklung Ihres Geschäfts. Wir, das Management, alle Mitarbeiter des IWW und das Redaktionsteam des IWW-Journals bedanken uns ganz herzlich bei Klaus-Dieter Neumann für sein Engagement und seine herausragende

Leistung für das IWW und wünschen ihm alles Gute für den Vorruhestand! Die Übergabe des Staffelstabs an seinen Nachfolger Lothar Schüller hat bereits am 1. Januar 2014 begonnen – an dieser Stelle ein herzliches Willkommen.

Diese Ausgabe beschäftigt sich mit einer der großen globalen Herausforderungen dieses Jahrhunderts: Dem Klimawandel. Die Menschheit muss davon ausgehen, dass die Änderung der klimatischen Bedingungen auch deutliche Konsequenzen auf die Verfügbarkeit und Beschaffenheit des Trinkwassers haben wird. Auch wir, im eher wasserreichen Mitteleuropa, werden dies z.B. durch länger anhaltende Trockenperioden oder Starkregenereignisse deutlich zu spüren bekommen. In verschiedenen Projekten beschäftigen sich die Bereiche des IWW mit den Auswirkungen des Klimawandels



Dr. Wolf Merkel

Klaus Dieter Neumann Lothar Schüller

auf die sichere Wasserversorgung, dies ist auch ein Thema unserer Konferenz am 04.06. (s.u.). Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre und freuen uns darauf Sie in Hannover zu treffen!

Ihr IWW-Team

Dr. Wolf Merkel

Klaus Dieter Neumann

Lothar Schüller

## „Hitze, Hochwasser, Nitrat – Drei Herausforderungen für die sichere Wasserversorgung von morgen“

Fachkonferenz von IWW und Wasserverbandstag am 4. Juni 2014 in Hannover

**Ob Klimawandel oder besondere Launen des Wetters – Tatsache ist, dass in den letzten zwei Jahrzehnten außergewöhnlich oft die langjährigen Planungswerte zum Niederschlag, zur Dauer von Trockenperioden oder zur Häufigkeit von Hochwässern überschritten wurden. Steigende Nitratkonzentrationen sind in den meisten Regionen eine Folge übermäßiger Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft, die durch den Klimawandel bei längeren Vegetationsperioden noch zunehmen können.**

Die besondere Herausforderung liegt in der langfristigen Perspektive der öffentlichen Trinkwasserversorgung: grundwasserschonende Landwirtschaft, Anpassung der Aufbereitungstechnik und des Verteilungsnetzes gehen nicht von heute auf morgen. Mittlerweile stehen leistungsfähige Prognoseinstrumente bereit, die die Änderungen im Wasserhaushalt und der Lufttemperatur vorausberechnen, die Nitratkonzentrationen im Grundwasser für viele Grundwasserleiter modellieren können. Auf dieser Basis kann langfristig die Anpassung der regionalen Wasserversorgung und Landwirtschaft geplant werden. Doch wie gut sind derartige Instrumente heute? Welche Erfahrungen

haben Wasserversorger mit Prognosemodellen gemacht? Wie gehen ganz praktisch einzelne Wasserversorger mit Wasserkonkurrenzen, steigenden Nitratkonzentrationen in ihren Grundwasserleitern oder mit extremen Hochwasserereignissen um? Die von IWW gemeinsam mit dem Wasserverbandstag e.V. (Zusammenschluss der Wasser- und Bodenverbände und Zweckverbände in Bremen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt) ausgerichtete Fachkonferenz widmet sich diesen Fragen und findet am **4. Juni 2014 im HCC Hannover Congress Centrum** statt.

Vorgestellt wird das aktuelle Anpassungswissen: Hydrochemiker und Klimaforscher, Wasserwirtschaftler und Wasserversorger berichten vom Stand des Wissens und die praktische Vorsorge gegen Nitrat im Grundwasser, beginnende Verteilungskonflikte um die Grundwasserressourcen und Schutz vor Hochwässern.

Die Veranstaltung richtet sich insbesondere an Fachleute und Praktiker aus der Wasserversorgung, Umwelt-, Ge-

sundheits- und Wasserwirtschaftsbehörden der Länder und des Bundes, Planungsbüros aus den Kommunen, der Wissenschaft und Siedlungswasserwirtschaft.

**Anmeldungen und Programm unter:**

IWW Zentrum Wasser, Internet: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de) oder direkt bei Frau Servatius/Frau Bonorden unter Telefon 0208 40303-102/-101 und Email [h.servatius@iww-online.de](mailto:h.servatius@iww-online.de) bzw. [s.bonorden@iww-online.de](mailto:s.bonorden@iww-online.de).





### IWW bei Wikipedia

Das IWW ist nun auch in der freien Online-Enzyklopädie Wikipedia zu finden. Da Wikipedia kein allgemeines Organisations- oder Firmenverzeichnis ist, liegt der Schwerpunkt des Artikels neben der Geschichte und Darstellung des IWW hauptsächlich auf der Forschung, den diversen Projekten, Netzwerken,

Kooperationen und (inter-)nationalen Konferenzen.

Wikipedia gehört zu den zehn am häufigsten frequentierten Internetseiten der Welt, ist in über 280 Sprachen zu finden und hat über 1,5 Millionen deutsche Artikel.

Das IWW findet man unter:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Forschungseinrichtung\\_IWW\\_Zentrum\\_Wasser](http://de.wikipedia.org/wiki/Forschungseinrichtung_IWW_Zentrum_Wasser)



### DBP2014.eu – Internationale Konferenz zu Desinfektionsnebenprodukten in Trinkwasser

Die von IWW, der Royal Society of Chemistry (RSC, UK) sowie der Society of Chemical Industry (SCI, UK) ausgerichtete internationale Konferenz setzt einen Fokus auf die Herausforderungen, die Wasserversorger und Behörden in der ganzen Welt zu meistern haben, um die Risiken einer mikrobiellen Kontamination von Trinkwasser oder Schwimmbadwasser gegen die Gesundheitsrisiken abzuwägen, die potentielle Desinfektionsmittelnebenprodukte (DBP) mit sich bringen können.

Die Teilnehmer werden sich über den neuesten Stand der Monitoring-Technologie für DBP informieren können, wie auch über aktuelle Aufbereitungstechniken zur Minimierung der Nebenproduktbildung, die aktuelle Forschung zu den gesundheitlichen und toxikologischen Aspekten der DBP und schließlich werden zukünftige gesetzliche und regulatorische Bestrebungen thematisiert. Die 2,5-tägige Konferenz wird von einer Poster- sowie einer Fachausstellung zu den Themen der Konferenz begleitet. Die Veranstalter rechnen mit mehr als 200 Teilnehmern aus verschiedensten Ländern Europas und der Welt. Zu den Hauptthe-

men der Veranstaltung können weiterhin Vortrags- und Posterbeiträge eingereicht werden:

- Emerging disinfection by-products
- Drinking Water Treatment
- Water recycling
- Online and laboratory-based monitoring (including trace compounds)
- Health and toxicology
- DBP regulations and the future

Für die Keynote-Vorträge zur Eröffnung der Themenblöcke konnten wieder namhafte Referenten aus der ganzen Welt gewonnen werden. Beispiele sind:

- Tamara Grummt (Umweltbundesamt, Deutschland)
- Simon Parsons (Scottish Water, UK)
- Susan Richardson (University of South Carolina, USA)
- Urs von Gunten (EAWG, Schweiz)
- Christian Zwiener (Universität Tübingen, Deutschland)

Bitte beachten Sie auch das diesem Journal beiliegende 2. Zirkular der Veranstaltung. Das detaillierte Programm der Tagung wird in Kürze verfügbar sein. Schauen Sie dazu



einfach auf der IWW-Homepage unter der Rubrik Veranstaltungen nach oder besuchen Sie direkt die Tagungshomepage: [www.DBP2014.eu](http://www.DBP2014.eu)

Im Rahmen der Konferenz wird wiederum der Mülheim Water Award 2014 durch die Oberbürgermeisterin der Stadt Mülheim an der Ruhr verliehen ([www.muelheim-water-award.com](http://www.muelheim-water-award.com)).

Vom  
27. bis 29.10.2014  
in der Mülheimer  
Stadhalle!

### Neue Runde Prozessbenchmarking Wasserwerksbetrieb

IWW plant für den Sommer den Auftakt zu einer neuen, inzwischen fünften Vergleichsrunde im Prozessbenchmarking Wasserwerksbetrieb. Grundlage für die Datenerhebung ist diesmal das Geschäftsjahr 2013. Analysiert werden innerhalb einzelner Wasserwerke die technischen Aufgabengebiete Wasserwirtschaft, -gewinnung und -aufbereitung, ergänzt um die auf dem Wasserwerksgelände befindlichen Rein-

wasserbehälter und Netzpumpen. Um eine gute Vergleichsbasis zu schaffen, liegt der Fokus diesmal auf Grundwasserwerken mit Enteisenung und Entmanganung und einer gegebenenfalls vorhandenen Entsäuerung.

Neben einer Standortbestimmung im Vergleich zu Wasserwerken mit ähnlichen Aufgabenstellungen und der Identifizierung von Optimierungspotenzialen wird im Rahmen

moderierter Workshops ein Erfahrungsaustausch mit Wasserfachleuten durchgeführt.

Ansprechpartner: Peter Lévai



## IWW-Innovationstag am 2. Juli 2014 im Versuchsklärwerk Emschermündung

Produkte und Verfahren zur (Ab-)Wasser- aufbereitung entwickeln unter Praxisbe- dingungen, Betriebsalternativen testen im technischen Maßstab – dies schafft betriebliche Sicherheit, neue Ideen und Wettbewerbsvorsprung. Das Besuchsziel des Innovationstags 2014 ist die Versuchs- kläranlage von Emschergenossenschaft/ Lippeverband, auf dem Betriebsgelände des Klärwerks Emschermündung in Dinslaken.

Die zweistraßige Belebungsanlage mit 1.000 EW und eine Versuchshalle für weitergehenden Abwasserbehandlung (mit Aktivkohlefiltration, PAC-Dosierung, Ozonierung, NF/RO- Membranen) bieten flexible Möglichkeiten der praxisnahen Erprobung neuer Techno- logien und innovativer MSR-Technik für Ab-

wasserreinigung und Wasseraufbereitung. Dank einer nachgeschalteten Umkehrosmose können sogar Modellsubstanzen dosiert werden.

Die Emschergenossenschaft stellt die Versuchshalle für externe Anwender zur Verfügung. Im Rahmen des Innovationstags 2014 möchten wir Ihnen die umfangreichen Möglichkeiten vor Ort vorstellen. Ein Vortragsprogramm mit Beiträgen zur inno- vativen Wasserbehandlung, zu aktuellen Pilotergebnissen der 4. Reinigungsstufe auf Kläranlagen und zur weitergehenden Schadstoffelimination im Wasserwerk ver- mittelt relevantes Know-how für Hersteller und Lieferanten von Verfahrenstechnik, Aufbereitungsstoffen und MSR-Technik

sowie Abwasserbetriebe, Wasserversorger und sonstige Anwender.

Die Anzahl der Teilnehmer ist auf 60 begrenzt – bei Interesse sollten Sie sich schnell anmelden über unsere Homepage [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de) / Aktuelles oder per Mail bei Hannelore Servatius ([h.servatius@iww-online.de](mailto:h.servatius@iww-online.de)) oder Susanne Bonorden ([s.bonorden@iww-online.de](mailto:s.bonorden@iww-online.de)).



## Ankündigung – Mülheimer Wasseranalytisches Seminar (MWAS 2014)

Am **10. und 11. September 2014** veranstaltet IWW das erste **Mülheimer Wasserana- lytische Seminar (MWAS 2014)**. Die neue Veranstaltung richtet sich an Fachleute und Praktiker aus der Wasseranalytik, die in der Forschung und Routine tätig sind. Wichtige Themen des Seminars betreffen aktuelle

Fragestellungen der Chromatographie, Prozesse der Identifizierung und Quanti- fizierung sowie moderne Varianten der Probenvorbereitung. Es werden innovative Entwicklungen und Trends neben Aktuellem aus der Normung wasseranalytischer Ver- fahren vorgestellt. Das MWAS 2014 wird von

einer großen Fachausstellung namhafter Firmen begleitet, die ihre neuesten Entwick- lungen analytischer Geräte, Applikationen und Ausrüstungen vorstellen werden. Aktuell haben bereits 23 Firmen Ausstel- lungsstände gebucht.

*Friedrich Werres*

## IWW als Koordinator und Partner in neuen EU-Vorhaben

In der EU-Ausschreibung „Water Innovation & Demonstration“ war IWW 2013 mit zwei Projektanträgen erfolgreich und konnte zum Jahreswechsel mit der Bearbeitung der Ver- bundvorhaben DESSIN und MARSOL beginnen. Das von IWW koordinierte Projekt DESSIN (Demonstrating that Ecosystem Services are Enabling Innovation in the Water Sector – [www.dessin-project.eu](http://www.dessin-project.eu)) erforscht Ökosystem- dienstleistungen im Wassermanagement und hat zum Ziel, technische Innovationen für Verbesserungen in den Bereichen Wasser- qualität und Wasserknappheit in städtischen

Regionen Europas voranzubringen. Der Be- reich Wasserökonomie & Management ist mit anderen Partnern maßgeblich daran beteiligt, einen anwendbaren Ansatz zur Bewertung von Ökosystemdienstleistungen zu erarbeiten. An fünf europäischen Standorten werden neue Technologien unter realen Bedingungen eingesetzt und ihre technischen, ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteile gezeigt. Um in einer Gesamtbewertung verschiedene Lösungen beziffern und auch miteinander vergleichen zu können, wird zunächst ein ein- heitlicher Ansatz mit möglichst „universellen Anwendungsmöglichkeiten“ erarbeitet und anschließend in Pilotvorhaben angewendet.

Die Bereiche Wasserressourcen-Management und Wasserökonomie & Management sind an dem von der TU Darmstadt koordinierten EU- Verbundvorhaben „MARSOL – Demonstrating

Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought“ beteiligt ([www.marsol.eu](http://www.marsol.eu)). Zusammen mit 20 Forschungsein- richtungen und Unternehmen aus 7 Ländern soll ein neuer Ansatz entwickelt werden, um der Wasserknappheit in mediterranen Regi- onen langfristig zu begegnen. Hierzu werden die Risiken, die Wasserqualität, die technische Umsetzbarkeit und die Herausforderungen des EU-Verwaltungsrechtes bei der Realisie- rung wissenschaftlich untersucht. An acht Standorten in Griechenland, Portugal, Spanien, Malta, Italien und Israel werden die verschie- denen Möglichkeiten erforscht, wie Wasser unterschiedlichster Herkunft und Qualität (z. B. desaliniertes Wasser, Flusswasser, aufbe- reitetes Abwasser) mit unterschiedlichsten Techniken in den Untergrund infiltriert und bei Bedarf wieder gefördert werden kann.

*Lisa Zimmermann, Axel Bergmann*



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserbeschaffenheit unter landwirtschaftlichen Nutzflächen

Reinhard Fohrmann und Christine Kübeck

Im Rahmen des dynaklim Projektes wurden in einem Teilvorhaben die Auswirkungen der projizierten Klimaänderungen bis zum Jahr 2100 auf die qualitative und quantitative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten untersucht. Die Untersuchungen fanden innerhalb der dynaklim-Projektregion am Beispiel des Einzugsgebietes der Wassergewinnung Üfter Mark der RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH statt. Hierzu wurden die Konsequenzen veränderter klimatischer Randbedingungen auf den Bodenwasserhaushalt landwirtschaftlich genutzter Böden sowie die quantitative und qualitative Grundwasserbeschaffenheit mit verschiedenen Simulationsmodellen abgebildet.

Die Modellergebnisse zeigen, dass im Projektgebiet – bei angenommenen gleichbleibenden landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsbedingungen – in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts und auf humusreicheren Standorten Klimawandelbedingt mit weiter ansteigenden Nitratkonzentrationen im Sickerwasser zu rechnen ist. Aufgrund der v. a. in den Sommermonaten zunehmenden Temperaturen wird es aber – ebenfalls v. a. in der zweiten Jahrhunderthälfte – zu einer deutlichen Zunahme der landwirtschaftlichen Bewässerungsansprüche kommen (Abbildung 1).

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01LRO804L gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autoren.

Wir danken den Projektpartnern RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Landwirtschaftskammer NRW und Emscher Wassertechnik GmbH/Lippe Wassertechnik GmbH für die gute und konstruktive Zusammenarbeit.

## Weiterführende Literatur

Barein, A, Werner, F, Meßer, J., Fohrmann, R. (2013): Prognose der Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser mit Hilfe eines Grundwasserströmungsmodells am Beispiel der RWW-Wassergewinnung Üfter Mark. DynAKlim-Publikation Nr. 42. [www.dynaklim.de].  
 Fohrmann, R. (2013): Modellierung des Stickstoff- und Kohlenstoffhaushaltes unter landwirtschaftlichen Nutzflächen im Zeichen des Klimawandels. DynAKlim-Publikation Nr. 44. [www.dynaklim.de].  
 Kübeck, C., Bergmann, A., Herzberg, A. (2013): Modellierung und Prognose der durch den Klimawandel verursachten Änderungen der Wasserquantität und -qualität. DynAKlim-Publikation Nr. 45. [www.dynaklim.de].

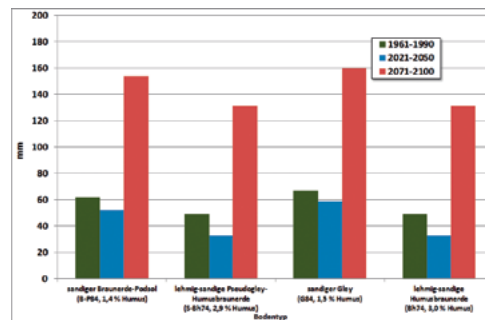


Abbildung 1: Mittlerer modellierter jährlicher Bewässerungsbedarf in den Betrachtungszeiträumen unter verschiedenen Bodenstandorten (FF: Silomais-Körnermais-Roggen).

Als Folge einer zunehmenden Entnahme von Grundwasser für die landwirtschaftliche Beregnung kommt es – bei gleichbleibender Entnahme von Rohwässern zur Trinkwassergewinnung – zu sinkenden Grundwasserständen sowie zu einer deutlichen Vergrößerung des Trinkwassereinzugsgebietes. Bereits heute werden im oberflächennahen Grundwasser im Projektgebiet Nitratkonzentrationen von z. T. deutlich > 50 mg/l gemessen. Werden diese mit dem Beregnungswasser ausgebrachten Nitratfrachten bei der landwirtschaftlichen Düngung nicht berücksichtigt, kommt es zu einer weiteren sukzessiven Anreicherung des Grundwassers mit Nitrat (Abbildung 2). Zu berücksichtigen ist weiterhin als Folge einer Beregnung eine entstehende Anreicherung des Grundwassers durch Stoffe wie Chlorid, Sulfat oder Hydrogencarbonat.

Durch die projizierten Klimaänderungen ist daher vor allem in der zweiten Jahrhunderthälfte mit zunehmenden Nutzungskonkurrenzen um die Ressource Grundwasser zwischen Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Ökologie zu rechnen.

Detaillierte Informationen zur Vorgehensweise und zu den Ergebnissen dieser Untersuchungen finden sich in den dynaklim-Publikationen Nr. 42, 44 und 45 auf der dynaklim-Homepage (www.dynaklim.de).

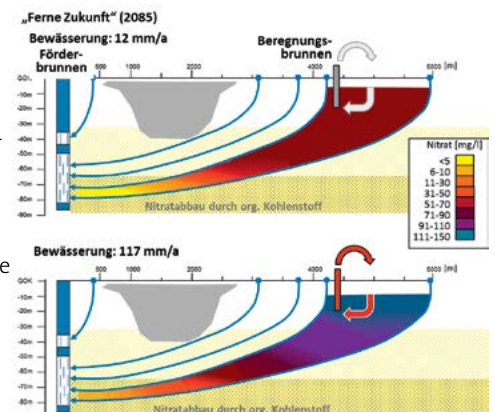


Abbildung 2: modellierte Nitratkonzentration im Grundwasser im Jahr 2085 bei gleichbleibender (oben) bzw. zunehmender (unten) Beregnung

# Kimawandel – Eine Gefährdung für die mikrobiologische Trinkwasserqualität?

Susanne Grobe und Jost Wingender

Die mikrobiologische Kontrolle der Trinkwasserqualität nach dem Überwachungsprinzip der Trinkwasserverordnung und die Einhaltung der Grenzwerte gewährleistet die Abgabe und Verteilung eines mikrobiologisch einwandfreien Trinkwassers. Eine klimawandelbedingte erhöhte Temperatur in Trinkwasserverteilungssystemen könnte einen Effekt auf die mikrobiologisch-hygienische Qualität ausüben.

Tatsächlich wurde an einem beispielhaft untersuchten Trinkwasserverteilungsnetz gezeigt, dass erwärmte obere Bodenschichten in stark versiegelten Bereichen in Kombination mit Stagnationsphasen sowie geringen Durchflüssen zu einem Temperaturanstieg im Trinkwasser führen. Dabei wurden im jahreszeitlichen Verlauf Temperaturen teilweise deutlich über 25 °C sowie Temperaturschwankungen im Verteilungssystem von bis zu 10 °C nachgewiesen. Im Falle des hier untersuchten nicht Depot-desinfizierten und nährstoffarmen Trinkwassers wurden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung selbst unter Stagnation und deutlicher Temperaturerhöhung eingehalten. Eine temperaturabhängige Verschlechterung der mikrobiologischen Qualität des Trinkwassers war weder bezüglich einer Erhöhung der Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C noch eines erhöhten Nachweises hygienisch relevanter Bakterien wie z. B. coliforme Bakterien, *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa* erkennbar (Tabelle 1). Im Trinkwasserbiofilm wurde dagegen eine leichte Zunahme der Befundhäufigkeit von coliformen Bakterien bei erhöhten Temperaturen nachgewiesen. Laborversuche zeigten, dass die hier untersuchten hygienisch relevanten Mikroorganismen sich im Trinkwasserbiofilm einnisteten und von dort ein Kontaminationspotential für die Trinkwasserphase darstellen können. *E. coli* und das coliforme Bakterium *Klebsiella pneumoniae* nisteten sich unabhängig von der Temperatur, dem Aufwuchsmaterial und dem Nährstoffangebot in den Biofilm ein. Die Effektivität der Einnistung von *P. aeruginosa* nahm dagegen mit steigender Temperatur deutlich und von *Legionella* nur in abgeschwächter Form zu. Die Dauer der Persistenz im Biofilm wurde nicht durch ansteigende Temperaturen bestimmt, jedoch wirkte sich ein erhöhtes Nährstoffangebot verlängernd auf die Persistenz insbesondere von *E. coli* und *K. pneumoniae* aus. Eine Vermehrung der untersuchten hygienisch relevanten Bakterien fand im Trinkwasserbiofilm auch bei erhöhten Temperaturen von bis zu 29 °C und nährstoffreichem Trinkwasser (150 µg/L AOC) nicht statt.

Ansteigende Temperaturen alleine führen somit nicht unbedingt zu einer Verschlechterung der mikrobiologisch-hygienischen Qualität des Trinkwassers. Zusätzliche Faktoren – insbesondere das Maß an mikrobiologisch verwertbaren Kohlenstoffverbindungen – müssen dazu kommen, um eine temperaturabhängige Verschlechterung der Trinkwasserqualität herbei zu führen. Um einem möglichen klimabedingten negativen Einfluss auf die Trinkwasserqualität entgegen zu wirken, sind deshalb auf verschiedenen Ebenen Anpassungsstrategien denkbar, die im Rahmen eines Klimawandel-Checks betrachtet werden können (s. Fachbeitrag S. 10). Sie umfassen dabei sowohl die Wasseraufbereitung, die Planung und das Management der Trinkwasserverteilungsnetze sowie das mikrobiologisch-hygienische Monitoring des Trinkwassers und der wasserbenetzten Oberflächen. Ein biologisch stabiles nährstoffarmes Trinkwasser bietet dabei eine Grundvoraussetzung, um trotz deutlich erhöhter Wassertemperaturen eine

dauerhaft gute mikrobiologisch-hygienische Qualität gewährleisten zu können.

Mikrobiologisch-hygiene Parameter	Auswirkung einer Temperaturerhöhung	
	Trinkwasser	Biofilm
Koloniezahl 20°C nach TrinkwV	⇒	⇒
Koloniezahl 36°C nach TrinkwV	⇒	⇒
Gesamtzellzahl	⇒	⇒
<i>Escherichia coli</i>	⇒	⇒
Coliforme Bakterien	⇒	⇒
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	⇒	⇒
<i>Legionella spp.</i>	⇒	⇒

Tabelle 1: Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die mikrobiologisch-hygiene Qualität des Trinkwassers bzw. des Trinkwasserbiofilms in einem Verteilungssystem

## Biofilmreaktorstrecke für mikrobiologisches Monitoring (Abbildung X)

Das mikrobiologische Monitoring in Trinkwasserverteilungssystemen kann mit sogenannten Biofilmreaktorstrecken durchgeführt werden. Mit Hilfe dieser Messstationen kann neben einer Beprobung der Wasserphase angepasst an die Bedürfnisse der Fragestellung die Ausbildung und Veränderung eines Trinkwasserbiofilms material- und zeitabhängig betrachtet werden. Die Biofilmreaktorstrecke wurde im Rahmen des hier vorgestellten Projektes an ausgewählten Messstationen installiert, wobei neben der Online-Bestimmung der Wassertemperatur und des -durchflusses die mikrobiologisch-hygiene Beschaffenheit des Trinkwassers sowie der Biofilme auf Trinkwasser-relevanten Werkstoffe (z. B. PE 80, EPDM) untersucht. Dabei wurden sowohl Standorte mit unterschiedlichen Nennweiten (DN 50 bis DN 150) als auch variierenden Wasserregimen betrachtet (hohe Wasserabnahme bis hin zu verlängerten Stagnationszeiten).



Abbildung X: Mikrobiologisch-hygiene Monitoring im Feldversuch (Quelle: IWW)

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01LR0804L gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein beim Autor.



# Wettbewerbsfähige Industriestandorte durch angepasste Wassernutzungskonzepte in Zeiten des Klimawandels

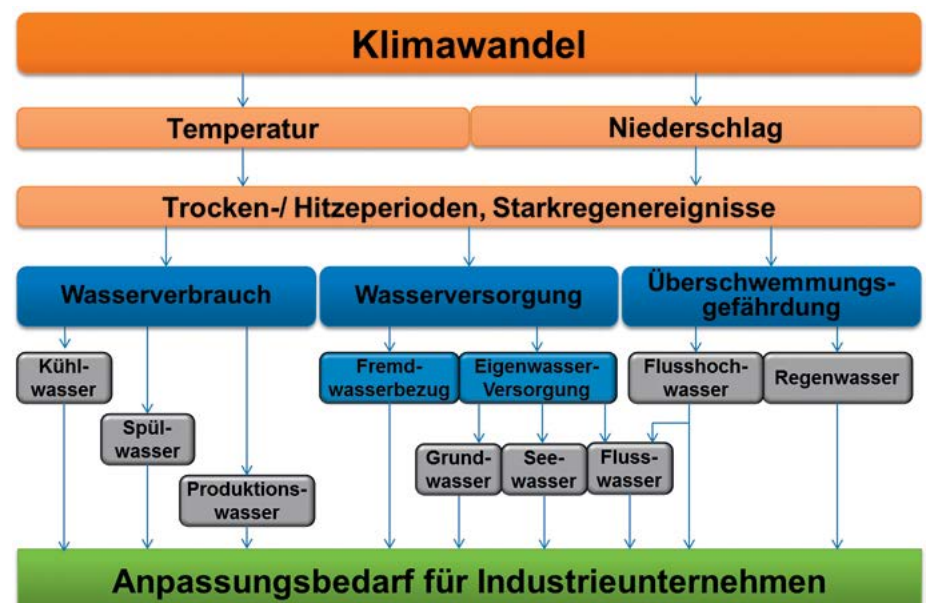
Michael Feller und Christian Sorge

Mit Blick auf die Dynamik zukünftiger lokaler und globaler Klimawandelprozesse ist es zur Sicherung der regionalen Wirtschaftskraft unerlässlich, mithilfe von adaptiven und nachhaltigen Strategien für (Industrie-) Unternehmen diesen Veränderungen zu begegnen. Zur Analyse der technischen und wirtschaftlichen Vulnerabilität von Industrieunternehmen hinsichtlich Klimawandel und zur Erarbeitung von Anpassungsstrategien wurde ein Konzept erarbeitet (Leitfaden), das im Detail die Auswirkungen des Klimawandels auf die betriebsinternen Bereiche Wasserverbrauch und Wasserversorgung bzw. auf die Gefährdung des Standorts infolge von Überschwemmungen betrachtet, analysiert und Anpassungsmaßnahmen empfiehlt. Den inhaltlichen Schwerpunkt darin bilden der Klimawandel und die Wasserversorgung/Wasserverwendung. Die Arbeiten wurden durch die Projektpartner RWW – Rheinisch-Westfälische-Wasserwerksgesellschaft sowie der EFA – Effizienzagentur NRW unterstützt und hierüber ausgewählte Industrieunternehmen zur Leitfadenerstellung eingebunden.

Die Leitfäden sind in vier Anwendungsschwerpunkte untergliedert:

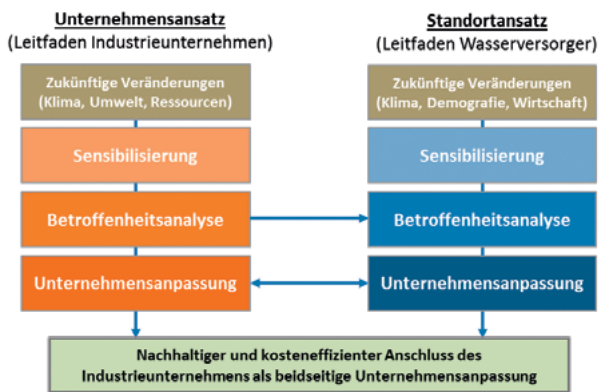
- Identifizierung zukünftiger Wandelprozesse und Einflussfaktoren aus Klima, Demografie und Wirtschaft auf den Wasserverbrauch des Unternehmens
- Sensibilisierung des Unternehmens hinsichtlich der Auswirkung von zukünftigen Veränderungen, welche aus den Wandelprozessen resultieren,
- Durchführung einer Betroffenheitsanalyse zur Bestimmung von möglichem Schadensausmaß und Entwicklungspotenzial sowie
- Ausarbeitung von Maßnahmen zur Unternehmensanpassung.

Als erstes Element des Leitfadens „Unternehmensansatz“ wurde für die Unternehmensanpassung ein entsprechendes Klimaanalysetool entwickelt. Mit diesem Analysetool ist es möglich, Dauer und Intensität von zukünftigen Extremwetterereignissen (Trockenheit, Hitzeperioden, Regenperioden, Starkregentage) regional zu berechnen bzw. zu prognostizieren. Zur Analyse der Betroffenheit des Unternehmens hinsichtlich Klimawandel wurde ein Risikobe-



Auswirkungen des Klimawandels auf Bereiche Wasserverbrauch, Wasserversorgung und Überschwemmungsgefährdung von Industriestandorten



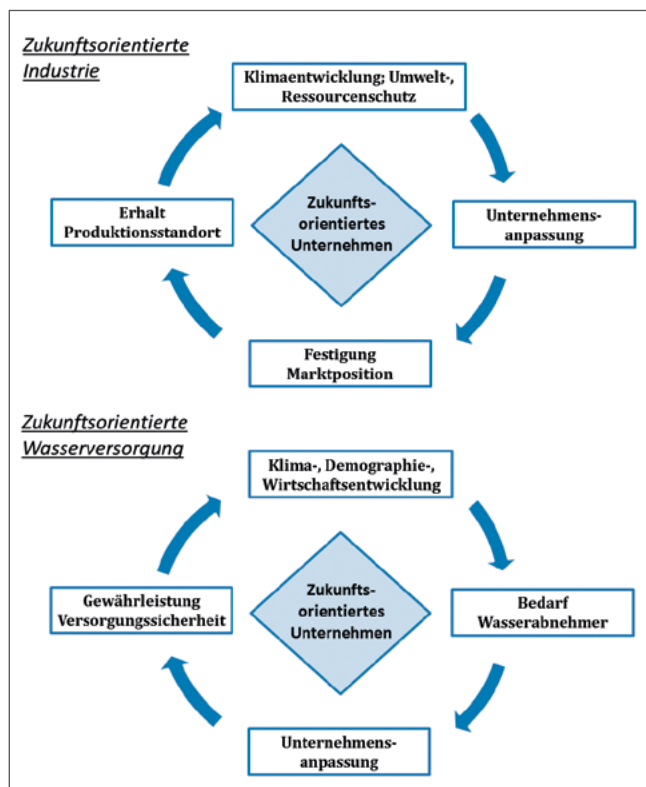


Leitthemen für ein zukunftsorientiertes Industrie- und Wasserversorgungsunternehmen.

nach berechnetem Risiko aus dem Bewertungskonzept aufzeigen kann bzw. andererseits spezielle technische Maßnahmen zum effizienten Einsatz von Wasser, Energie und Ressourcen als zusätzlichen Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz enthält. Die Maßnahmen zur Anpassung aus dem Risikobewertungskonzept bilden überwiegend bauliche und technische Lösungen zur Minimierung schadhafter Auswirkungen durch Extremwetterereignisse. Die speziellen Maßnahmen umfassen Lösungen zur Wasser-, Ressourcen-, Energieeinsparung mittels Anlagenoptimierung, Möglichkeiten zum Prozesswasserrecycling und zur Einsparung von Reinigungswasser. Diese Maßnahmen können von Unternehmen auch unabhängig vom Klimawandel zur strategischen Unternehmensoptimierung herangezogen werden.

wertungskonzept entwickelt, mit dem ein Gefährdungsrisiko der unternehmensinternen Wasserprozesse (Wassergewinnung – Wasseraufbereitung – Wasserverteilung – Wasserspeicherung – Wasserverwendung) aufgedeckt werden kann.

Der letzte Anwendungsschwerpunkt des Leitfadens besteht aus einem Maßnahmenkatalog, der einerseits Anpassungsmaßnahmen je



Der nachhaltige und effiziente Anschluss eines Industrieunternehmens an das öffentliche Wassernetz im Zuge künftiger Wandelprozesse ist somit Herausforderung und Chance zugleich, um einen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit für beide Unternehmen zu leisten.

IWW unterstützt Industrieunternehmen aber auch Wasserversorgungsunternehmen bei der klimawandelbezogenen Gefährdungsanalyse ihrer Produktionsanlagen und der Auswahl und technisch-ökonomischen Bewertung geeigneter Maßnahmen zur Gefährdungsminimierung.

Aufbau der Leitfäden für Industrieunternehmen und Wasserversorger.

Ansprechpartner: Christian Sorge,  
069 254 90 8020, c.sorge@iww-online.de

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01LR0804L gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein beim Autor.

### Klimawandel oder Wetterkapriolen? Erfahrungen aus der Praxis

In der Nacht vom 18. –19. Januar 2007 zieht der Orkan Kyrill über weite Teile Westeuropas: in Ostwestfalen-Lippe fallen über 160 mm Niederschlag und die regionalen „Flüsschen“ Werre und Else überfluten die Brunnen der Energie- und Wasserversorgung Bünde GmbH. Das Wasserwerk und die Brunnen gehen für einen Monat außer Betrieb. Seit 1990 ist dies das dritte „100-jährige Hochwasser“ in der Region.

Wie in anderen Teilen von Mitteleuropa stieg die Trinkwassernachfrage im Mai/Juni 2006 in Luxemburg mit der sechswöchigen Hitzewelle von über 30°C so stark an, dass die Behörden den Trinkwasserverbrauch pro Einwohner beschränkten.

Das Hochwasser vom November 2009 überflutet zum wiederholten Male die Brunnenfelder der Ruhrwasseraufbereitung Essen-Kettwig der RWW. Damit besteht die Gefahr der Re-Kontamination des infiltrierten Trinkwassers durch Flusswasser.

### Biologisch stabiles Trinkwasser durch das „Mülheimer Verfahren“

Die exemplarisch im Rahmen von dynamik untersuchten Ruhrwasserwerke der RWW arbeiten nach dem „Mülheimer Verfahren“. Diese überwiegend biologische Aufbereitungsform, die die früher übliche Chlor-Desinfektion durch Ozonung und Aktivkohlefiltration ersetzt, wurde explizit für die Aufbereitung des Ruhrwassers entwickelt. In beiden Varianten des Mülheimer Verfahrens sorgt eine mehrtätige Bodenpassage für den mikrobiologischen Abbau unerwünschter Stoffe und puffert Temperaturerhöhung und Mengenschwankungen ab. Die Kombination aus Ozonung und biologisch aktiver Aktivkohle ermöglicht einen weitgehenden Spurenstoffabbau bei geringen AOC-Gehalten (biologisch verfügbarer organischer Kohlenstoff), was besonders im Hinblick auf die Hygiene des Trinkwassers im Verteilungsnetz von Bedeutung ist (s. Fachbeitrag S. 7).

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01RO804L gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein beim Autor.

## Sichere Wasserversorgung im Klimawandel

Nadine Staben

**Ob Klimawandel oder besondere Laune des Wetters – Tatsache ist, dass in den letzten zwei Jahrzehnten außergewöhnlich oft die langjährigen Planungswerte zum Niederschlag, zur Dauer von Trockenperioden oder zur Häufigkeit von Hochwässern überschritten wurden. Diese Extremereignisse stellen die Wasserversorger in Abhängigkeit von der genutzten Rohwasserressource, der verwendeten Aufbereitungstechnologie und anderen individuellen Randbedingungen vor neue Herausforderungen (s. Infobox 1).**

Der Klimawandel ist für die Wasserversorgung nur ein Wandelfaktor von mehreren – der demografische Wandel, die zunehmende Tendenz zur Nutzung wassersparender Geräte und Technologien sowie daraus resultierend veränderte Wasserbedarfsprognosen stellen ebenso hohe Anforderungen an die Trinkwasserversorgung wie Veränderungen in der Wirtschafts- oder regionalen Siedlungsstruktur. Die Potenziale und Risiken der Wasserversorgung auch bei langen Trockenperioden, bei Qualitätsveränderungen des Rohwassers oder bei sinkendem Wasserbedarf mit dennoch höherem Spitzenverbrauch sollten deshalb im gesamten Kontext analysiert werden. Nur so ist die Entwicklung einer zielgerichteten und ökonomisch optimalen Anpassungsstrategie möglich, wie sie bei den langen Planungs- und Investitionszeiträumen der Wasserversorgung zwingend erforderlich ist.

Eine hohe Versorgungssicherheit kann unter den oben beschriebenen Wandelbedingungen nur erzielt werden, wenn eine rechtzeitige Auseinandersetzung mit den möglichen Risiken und Möglichkeiten der Anpassung stattfindet. Hierbei hilft eine systematische Vorgehensweise, wie sie das IWW Zentrum Wasser im Rahmen von dynamik entwickelt hat (s. Abbildung 1). Hierbei handelt es sich um eine anlagenbezogene Status- und Gefährdungsanalyse für jede Prozessstufe der Wasserversorgung: Rohwasser – Gewinnung – Aufbereitung – Verteilung mit folgenden Vorteilen:

- Kostengünstige Einschätzung der Verwundbarkeit des Versorgungssystems
- Kenntnis zu den erwarteten Änderungen von Menge und Qualität der Ressourcen
- Vorbeugung von Versorgungsengpässen und -ausfällen
- Verhinderung von Fehlinvestitionen
- Schrittweise Umsetzung im Rahmen laufender Modernisierung verringert die Anpassungskosten

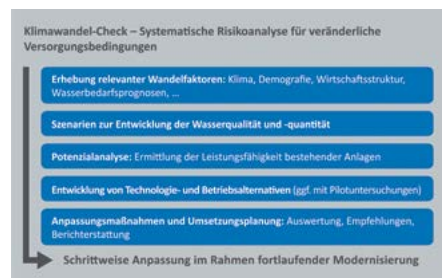


Abbildung 1: Klimawandel-Check Wasserversorgung.

Die dargestellte Methodik wurde im Rahmen von dynamik bei dem regionalen Wasserversorger Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft (RWW) angewendet. Die Gewinnungsgebiete, Wasserwerke (s. Infobox 2) und das Rohrnetz wurden systematisch auf Potenziale und Risiken unter den zu erwartenden Randbedingungen untersucht. Im Ergebnis konnten konkrete Aussagen zu wichtigen Anpassungsbereichen im Ressourcenschutz, in der Technik und im Management des gesamten Versorgungssystems erarbeitet werden. Die Finanzierung der Anpassung und die Zahlungsbereitschaft der Trinkwasserkunden für Vorsorgemaßnahmen wurden ebenso ermittelt. Die Vorgehensweise, Hintergründe und Ergebnisse der Untersuchungen sind in der dynamik-Broschüre „SICHERE WASSERVERSORGUNG IM KLIMAWANDEL – Wege zur Klimawandel-Anpassung der Trinkwasserversorgung im Ruhrgebiet“ zusammengefasst. (www.dynamik.de). Die in dynamik erfolgreich entwickelte Methodik wird derzeit für mehrere Wasserver- und -entsorgungsbetriebe auf die Region Niederrhein übertragen (s. Kurzbeitrag „Klimawandel Niederrhein“).

Ansprechpartner IWW: Dipl.-Ing. Nadine Staben

# Bereit für die Herausforderungen des Klimawandels: Are you prepared?



Im EU Projekt PREPARED wurde auf Grundlage des Water Safety Plan Konzepts der WHO ein Urban Water Cycle Safety Plan entwickelt, mit dem Städte und Regionen sich auf die Auswirkungen des Klimawandels vorbereiten können.

Hans-Joachim Mälzer und Clemens Strehl

Unter den Auswirkungen des Klimawandels ist zu erwarten, dass sich bestehende Ver- und Entsorgungsprobleme in urbanen Regionen verstärken und zusätzlich neue Gefährdungen auftreten. Dies betrifft insbesondere die Sicherheit der Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung, aber auch die Fassung und Ableitung von Regenwasser sowie die Vermeidung von Hochwasserschäden. Die mit dem Klimawandel verbundenen Risiken müssen rechtzeitig erkannt und den drohenden Gefährdungen gemeinsam von den betroffenen Institutionen begegnet werden.

Hierzu wurde im Rahmen des EU-Projektes PREPARED unter Beteiligung von IWW zusammen mit Forschungspartnern aus den Niederlanden, Portugal, Norwegen, und der Ukraine ein sogenannter Water Cycle Safety Plan (WCSP) entwickelt. Die Vorgehensweise bei der Erstellung des WCSP lehnt sich dabei an die Methodik bei der Erstellung eines Water Safety Plans nach Maßgaben der WHO an. Zur Beherrschung der Gefährdungen wurde ein übergreifender Ansatz gewählt, der die Wechselwirkungen zwischen urbanen und natürlichen Wassersystemen berücksichtigt und die Planung von Anpassungsmaßnahmen ermöglicht.

Dabei werden folgende Arbeitsschritte durchlaufen:

- Teambuilding und Selbstverpflichtung aller Beteiligten
- Beschreibung des urbanen Wasserver- und Abwasserentsorgungssystems
- Identifizierung der Risiken
- Analyse und Bewertung der Risiken
- Festlegung von Maßnahmen zur übergreifenden Beherrschung der Risiken
- Erstellung eines Handlungsprogramms für kritische Situationen
- Festlegung von Verfahren zu Management und Kommunikation
- Festlegung von unterstützenden Maßnahmen
- Überwachung der Wirksamkeit und Überarbeitung des Konzeptes

Zur Implementierung des WCSP wurden verschiedene Excel-basierte Formulare und Datenbanken erstellt, die es z.B. ermöglichen Risiken zu erkennen (Risk Identification Data Base), zu bewerten (Risk Assessment Form) und zu beherrschen (Risk Reduction Data Base).

Weiterhin wurde ein Konzept für die Bewertung möglicher Anpassungsmaßnahmen entwickelt, das auf Grundlage einer Kosten-Nutzen Analyse die Auswahl der am besten geeigneten Maßnahme ermöglicht. Diese Analyse stellt die Implementierungskosten einer Maßnahme den zu erwartenden zukünftig vermiedenen Schadenskosten als Nutzen einer Maßnahme gegenüber. Dabei werden auch Flutschäden als finanzielle Konsequenzen des Risikos berücksichtigt. Das Bewertungskonzept wurde in einer Fallstudie am Beispiel der Stadt Eindhoven angewendet.

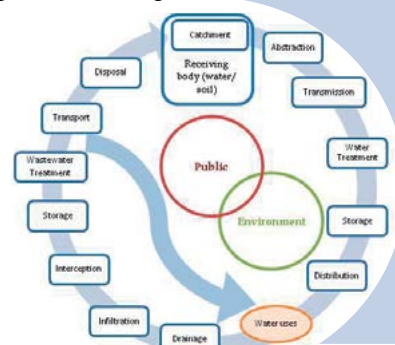
Die Ergebnisse wurden auf dem „IWA World Congress on Water, Climate and Energy“ (Dublin, Irland, 13. – 18. Mai 2012), sowie auf der Konferenz „PREPARED: Adaptive solutions for water utilities (Aarhus, Dänemark, 21. – 23. Januar 2014) vorgestellt und stehen auf der Homepage des Projektes (<http://www.prepared-fp7.eu>) als Download zu Verfügung. Weiterführende Information speziell zum WCSP sowie alle zur Implementierung entwickelten Tools und begleitenden Reports sind unter [http://wcsp.eu/WCSP/WCSP\\_Framework.html](http://wcsp.eu/WCSP/WCSP_Framework.html) verfügbar.



Abbildung 1: Überflutung in Eindhoven am 23.08.2011 (Foto: Stadtverwaltung Eindhoven).



Das Prepared-Work Area 2-Team in Lissabon.



Schema des „Urban Water Cycle“.



Die betriebliche Überwachung von Korrosionsvorgängen bedeutet insbesondere für industrielle Anlagen eine Erhöhung der Sicherheit sowie die Vermeidung von Stillständen und Reparaturen. Betriebsbedingte Veränderungen an medienberührten Oberflächen von Rohrleitungen oder Bauteilen aus metallenen Werkstoffen, z.B. nichtrostendem Stahl, die Loch-, Spalt- oder Spannungsrisskorrosion begünstigen können, sind durch spezifisch angepasste Sensor-Technik online erfassbar (Abbildung 1).

Die Methode ist so empfindlich, dass bereits geringe Betriebsbedingungsänderungen durch deren Auswirkungen auf das Rauschverhalten erfasst werden. Als Monitoring-Verfahren zur Überwachung von Prozessen in wasserführenden Anlagen ist die Methode hervorragend geeignet und kann als Frühwarnsystem zur Vermeidung von Schäden und Betriebsunterbrechungen eingesetzt werden.

## Online-Monitoring von Korrosionseffekten in industriellen Anlagen mittels CoulCount-Verfahren

Ute Ruhrberg und Angelika Becker

Das Messverfahren des elektrochemischen Stromrauschens beruht auf der Ermittlung der zeitlichen Fluktuation elektrochemischer Ströme und/oder elektrochemischer Potentiale im nA- und nV-Bereich, die in Amplitude und Häufigkeit charakteristisch für lokale Korrosionsvorgänge bzw. korrosionsbegünstigende Oberflächenveränderungen sind.

Korrosionsprozesse finden an der Phasengrenze zwischen Werkstoff und angreifendem Korrosionsmedium statt. Im Falle von nichtrostendem Stahl als Werkstoff wird im anfänglichen Korrosionsstadium die Passivschicht auf der Stahloberfläche angegriffen. Diese ersten Veränderungen können mit dem CoulCount-Verfahren bereits erfasst und ausgewertet werden. In einem Pilotprojekt wurde das elektrochemische Stromrauschen an Werkstoffoberflächen in einem Kühlkreislauf gemessen. Die ermittelten Rauschladungsmengen in Abhängigkeit von der Versuchszeit geben Hinweise auf auftretende Korrosionsereignisse im Zusammenhang mit andauernder oder sich ändernder Korrosionsbelastung an der kühlwasserberührten Werkstoffoberfläche.

Ein Ergebnisbeispiel für die Untersuchungen in einem Kreislaufwasser während des Versuchszeitraums von etwa 4 Wochen ist in Abbildung 2 dargestellt.

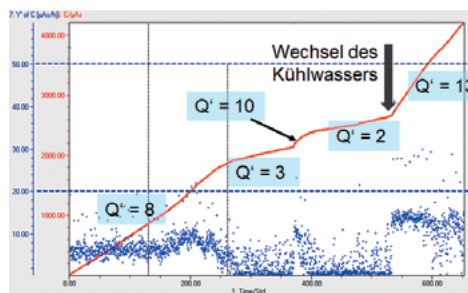


Abbildung 2: Rauschladungs-Zeit-Kurven; rot: aufsummierte Ladungsmengen (CoulCount) Q, blau: erste Ableitung Q' (Steigung von Q).

Je höher die Steigung Q' (erste Ableitung der Rauschladung Q) in den Rauschladungs-Zeit-Kurven, desto größer die Korrosivität des Systems, eingeteilt in kritische und unkritische Zustände:

- Korrosionsbeständigkeit:  $Q' < 20 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$
- Korrosionsgefährdung:  $Q' > 50 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$
- Übergangsbereich unkritisch/kritisch:  $20 \mu\text{A} < Q' < 50 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$

Steigungswechsel in einer Kurve weisen auf Änderungen im System hin, die an der korrodierenden Oberfläche die Rauschsignale beeinflussen. Der letzte Steigungswechsel in der Q'-Kurve von  $2 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$  auf  $13 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$  konnte terminlich einem Wechsel in der Wasserqualität zugeordnet werden, der durch parallel durchgeführte Trübungsmessungen bestätigt wurde.

In diesem Projekt lagen die Stromladungsmengen-Steigungen im Mittel alle eindeutig unterhalb der kritischen Grenze von  $20 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$ , nur vereinzelt wurden Werte im Übergangsbereich ermittelt. Im Vergleich von mehreren CoulCount-Kurven aus nacheinander durchgeführten Versuchen (Abbildung 3) sind die unterschiedlichen Steigungen gut zu erkennen. Die Einzelsteigungen Q' mit Werten größer als  $20 \mu\text{As}/\text{cm}^2\text{h}$  sind eingezeichnet. Die eingesetzten Kühlwässer unterschieden sich in der Eindickungszahl und in der Art der zugesetzten Konditionierungsmittel.

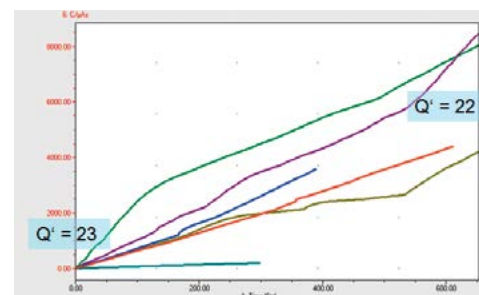


Abbildung 3: CoulCount-Kurven (Q) aus mehreren Versuchen.



Abbildung 1: Sensor für elektrochemisches Stromrauschen.

## Verhalten von Gadolinium haltigen Diagnostika bei der Wasseraufbereitung

**Gadolinium haltige Diagnostika sind bisher wenig untersucht worden, spielen aber in der aquatischen Umwelt und der Trinkwasseraufbereitung eine nennenswerte Rolle. Daher wurde zu dem Thema am IWW eine Doktorarbeit von Maïke Cyris durchgeführt. Es wurden völlig neue Analysemethoden für die Gadoliniumbestimmung entwickelt, mit denen es möglich ist, das Verhalten der Stoffe genau zu studieren. Wesentliche Ergebnisse sind, dass die Gadolinium-Therapeutika in Kläranlagen oder in der Trinkwasseraufbereitung kaum abgebaut bzw. zurück gehalten werden. Dies macht sie als mögliche Tracer für den Nachweis einer Abwassereinleitung interessant. Es ist aber auch wichtig, in Zukunft die Bedeutung für die Vorfluter und Oberflächengewässer genauer zu untersuchen.**

Bisher wurde das Verhalten von Gadolinium Chelaten, die als Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie verwendet werden, nicht in den genannten Aufbereitungsstufen untersucht. Die stabilen Chelate werden unmetabolisiert ausgeschieden und nur unzureichend in konventionellen Kläranlagen entfernt. Sie bleiben intakt und Gd(III) wird nicht freigesetzt. Dies könnte durch oxidative Verfahren geändert werden, da diese potentiell in der Lage sind Chelate zu zerstören und Gd(III), das im Gegensatz zu der Chelatform toxisch ist, freizusetzen.

Untersuchungen in Trink- und Abwasser wurden durchgeführt, um die Relevanz von Gadolinium in den Aufbereitungsstufen zu zeigen. In einer europaweiten Studie wurde in 75 Kläranlagen eine durchschnittliche Konzentration von 118 ng L<sup>-1</sup> Gadolinium ermittelt, was

einer nicht-geogenen Konzentration von 116 ng L<sup>-1</sup> entspricht. Im Trinkwasser aus dem Ruhrgebiet wurde eine fünfmal geringere Gadolinium Konzentration und Anomalie ermittelt als in den untersuchten Abwasserproben. Die im Trinkwasser bestimmten Konzentrationen sind geringer als akute Toxizitätskonzentrationen. Die Speziation des Gadoliniums in den untersuchten Proben wurde nicht bestimmt, jedoch wird angenommen, dass die anthropogene Gadoliniumfraktion als Chelat vorliegt.

Adsorptionseigenschaften wurden für unterschiedliche Aktivkohletypen und aktivierte Polymer basierte Sorbentien ermittelt. Der Freundlich Koeffizient ist für Gd BT DO<sub>3</sub>A zwischen 0.013 und 2.83 (μmol kg<sup>-1</sup>)(L μmol<sup>-1</sup>)<sup>1/n</sup> bezogen auf Chemviron RD 90® und das am stärksten aktivierte synthetische Adsorbent. Laborversuche mit Kleinfiltersäulen, die mit Trinkwasser betrieben wurden, geben Einblick in das Adsorptionsverhalten während der Festbett-Filtration. Das Durchbruchverhalten wurde anhand des Linear Driving Force Modells beschrieben. Um die experimentellen Daten zu beschreiben, wurden Isothermen des gelösten organischen Kohlenstoffs in das Modell integriert. Dadurch wurde ein Filtrations-Kompetitionseffekt nachgewiesen, der sich von dem direkten Kompetitionseffekt unterscheidet. Erste Untersuchungen in einer Kläranlage verifizierten die schlechte Adsorbierbarkeit des Gadoliniums, die ähnlich der des Röntgen-Kontrastmittels Iopamidol ist. Daher wird Gadolinium aus Abwasser durch Adsorptionsstufen kaum entfernt werden. Jedoch kann Gadolinium als Indikatorsubstanz

für die Ermittlung von Filterdurchbrüchen verwendet werden.

Die Geschwindigkeitskonstanten der Reaktion der Chelate mit Ozon und Hydroxylradikalen wurden unter Bedingungen pseudoerster Ordnung bestimmt. Die Konstante für die Reaktion mit Ozon ist für alle Chelate < 50 M<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. Daher können die Chelate als Ozon-refraktär bezeichnet werden. Zur Bestimmung von Geschwindigkeitskonstanten mit Hydroxylradikalen wurden verschiedene Methoden angewandt. Wurden die Radikale durch Pulsradiolyse erzeugt, erfolgte die Bestimmung der Geschwindigkeitskonstanten entweder direkt oder anhand einer Kompetition mit Thiocyanat. Bei einer Generierung der Radikale durch den Peroxon-Prozess, erfolgte die Bestimmung nur durch Kompetitionskinetiken (mit para Chlorbenzoesäure und tert Butanol). Die Reaktionsprodukte der Oxidationen zeigten keinen Effekt in den angewandten Zell- und Gentoxizitätstests, sowie dem Östrogenitätstest. Hinsichtlich der Speziation des Gadoliniums wird angenommen, dass neue Chelate gebildet werden, die jedoch weniger stabil sein können, was eine Transmetallierung begünstigt. Dies ist auch für andere Chelate in der Wasseraufbereitung von Interesse.

In dieser Studie konnte erstmalig gezeigt werden, dass Gadolinium kaum durch die untersuchten Aufbereitungsstufen entfernt wird. Der Effekt der oxidativen Aufbereitung auf metall-organische Spezies, bedarf jedoch weiterer Untersuchung, insbesondere in Fällen in denen das freie Metallion als toxisch gilt.

*Maïke Cyris*

## EU-Projekt gewinnt Preis „Les Étoiles de l'Europe“

Das EU-Projekt SecurEau ([www.secureau.eu](http://www.secureau.eu)) wurde im Dezember 2013 vom Französischen Ministerium für Bildung und Forschung mit dem Preis „Les Etoiles de l'Europe“ („Die Sterne Europas“) ausgezeichnet. Mit diesem Preis würdigt das Ministerium die Interdisziplinarität und Koordinationsleistung ausgewählter Projekte.

In SecurEau arbeiteten insgesamt 12 Partner aus sechs Ländern an der Entwicklung von

Lösungen, um eine Kontamination des Trinkwassernetzes z.B. bei einem Anschlag schnell und zuverlässig zu erkennen, und das Verteilungsnetz nach einer solchen Kontamination schnellstmöglich wiederherzustellen. Der Beitrag des IWW bestand unter anderem in der Entwicklung von Reinigungskonzepten für Rohrleitungen nach einer Kontamination mit radioaktiven Substanzen. Die Abschlussveranstaltung von SecurEau fand im Herbst 2012 im Rahmen

der von IWW mitorganisierten Internationalen Water Contamination Emergencies Conference (WCECs) statt.



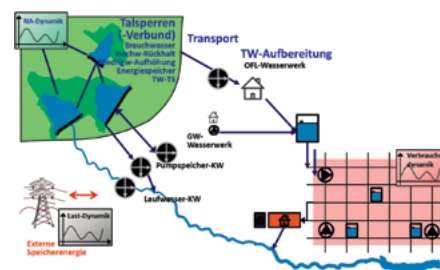
# BMBF ENERWA: Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems Talsperren/Fließgewässer, Trinkwasseraufbereitung, Transport-Speicherung-Verteilung

Im Rahmen der Fördermaßnahme „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS“ hat IWW gemeinsam mit 14 Projektpartnern vom BMBF einen umfangreichen Forschungsauftrag erhalten. Dieser breite Projektverbund aus Forschungseinrichtungen, Ingenieurbüros, Unternehmen und Anwendern wird in den nächsten 3 Jahren die gesamte Prozesskette der Wasserversorgung hinsichtlich energetischer Potentiale eingehend untersuchen. Dabei werden sowohl einzelne tech-

nische Komponenten der Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung, aber auch die energetisch optimierte Verbundsteuerung analysiert. Grenzen bei der Rückgewinnung und temporären Speicherung von Energie in Trinkwassertalsperren und in Transport-Speicher-Verteilungssystemen werden ausgelotet. Um die Praxistauglichkeit der Lösungsansätze abzusichern, sind darüber hinaus ökologische, ökonomische, rechtliche und auch sozialwissenschaftliche Rahmenbedingungen und Fragestellungen Bestandteile des ENERWA-Konzeptes. IWW

wird neben der fachlichen Bearbeitung einzelner Arbeitspakete das Gesamtprojekt koordinieren.

Anja Rohn



## Ein bundesweit einheitliches Hauptkennzahlensystem für die Wasserversorgung

Im DVGW-Forschungsvorhaben W11/01/11 „Entwicklung eines Hauptkennzahlensystems der deutschen Wasserversorgung“ wird ein Vorschlag für ein methodisch abgestimmtes Hauptkennzahlensystem erarbeitet, das die Gesichtspunkte einer nachhaltigen, effizienten und kostengünstigen Wasserversorgung abbilden soll. Für IWW bringen Peter Lévai und Wolf Merkel ihre langjährige Erfahrung in der Entwicklung und in der praktischen Anwendung von Kennzahlensystemen ein.

Branchenstandards für das Benchmarking und die Branchenkommunikation (Abbildung 1).

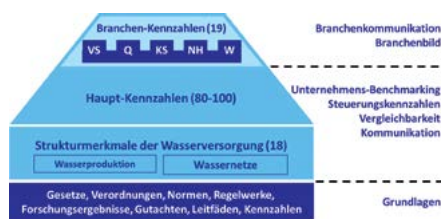


Abb. 1: Dreistufiges Kennzahlensystem der deutschen Wasserversorgung (Quelle: IWW, DVGW) (VS – Versorgungssicherheit, Q – Qualität, KS – Kundenservice, NH – Nachhaltigkeit, W – Wirtschaftlichkeit)

Die Federführung der Projektbegleitung liegt beim DVGW-Projektkreis „Benchmarking in der Wasserversorgung“. In die Erarbeitung sind die zentralen Akteure des Benchmarking in Deutschland eingebunden – namentlich die Träger und Dienstleister der Landesprojekte, die Verbände DVGW, BDEW, VKU und DWA, das Umweltbundesamt und weitere interessierte Kreise. Die Verbände verfolgen damit das Ziel, mittelfristig auch über die Verankerung im DVGW-Regelwerk dieses Hauptkennzahlensystem als gemeinsame Basis von Kennzahlenvergleichen im Unternehmensbenchmarking zu etablieren. Das zu entwickelnde Hauptkennzahlensystem ist dabei eingebettet in ein von DVGW, BDEW und VKU gemeinsam zu erarbeitendes, dreistufiges System aus Strukturmerkmalen, Branchenkennzahlen und Hauptkennzahlen zur Etablierung von

In der ersten Projektphase haben wir alle in landesweiten Benchmarkingprojekten eingesetzten Kennzahlen zusammengestellt und gesichtet. Als Ergebnis konnten 350 verschiedene Kennzahlen identifiziert werden, die den fünf Leistungsmerkmalen Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit, Qualität, Nachhaltigkeit und Kundenservice zugeordnet wurden (Abb. 2). Diese wurden noch ergänzt um Kennzahlen aus weiteren Anwendungen wie dem IWA-Kennzahlensystem

oder neuen Vorschlägen zu ökologischen und hygienischen Kennzahlen. Im nächsten Schritt wurden die Kennzahlen auf die Themenfelder Anlagen/Betrieb, Wasserressourcen, Qualität/Gesundheit/Kundenservice und Finanzen/Personal aufgeteilt. Im Rahmen von offenen Fachworkshops zu den jeweiligen Themenfeldern wurden in konstruktiven Diskussionen geeignete Kennzahlen ausgewählt, bei unterschiedlichen Ansätzen harmonisiert und ggf. durch weitere Vorschläge oder Neuentwicklungen ergänzt.

Als Ergebnis der insgesamt gut besuchten Workshops wurde eine Liste von rund 100 Kennzahlen zusammengestellt, die als Grundlage für die Auswahl zu einem Vorschlag für das Hauptkennzahlensystem der Wasserversorgung dient. Projektergebnisse werden zum Juni 2014 dem Projektkreis Benchmarking des DVGW vorgestellt.

Ansprechpartner: Peter Lévai

Aufteilung Kennzahlen nach Leistungsmerkmalen

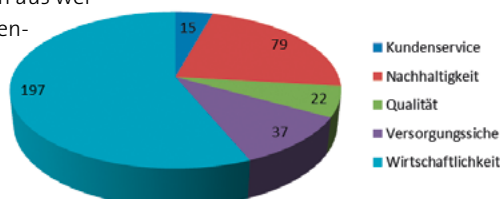


Abb. 2: Anzahl der in Benchmarking-Landesprojekten eingesetzten Kennzahlen, nach Leistungsmerkmalen sortiert.



## Die aktuelle Fragestellung zu Legionellen in Kläranlagen, Oberflächengewässern und Kühlkreisläufen ist nun auch Thema im BMBF-Verbundprojekt „Sichere Ruhr“

Die Verbreitung von Legionellen im Raum Warstein im Sommer 2013 mit mehr als 160 Erkrankten und drei Toten wurde und wird intensiv untersucht. Nach den bislang vorliegenden Erkenntnissen scheint die Infektion über eine Verbreitung von mit Legionellen behafteten Aerosolen aus einem industriellen Rückkühlwerk ausgegangen zu sein. Dieses Rückkühlwerk wurde mit Oberflächengewasser aus dem Fluss Wester gespeist, in dem ebenfalls Legionellen festgestellt wurden. Als Eintragsquelle in dieses Oberflächengewässer scheint eine kommunale Kläranlage eine wesentliche Rolle zu spielen.

In dem vom BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RISKWa)“ geförderten Ver-

bundprojekt „Sichere Ruhr“ wird seit Anfang 2012 die hygienische Situation der Ruhr untersucht. Die Fragestellung war bislang, ob und unter welchen Bedingungen eine Nutzung als Badegewässer vorstellbar ist und wie die Nutzung als Trinkwasserressource sichergestellt bzw. verbessert werden kann. Durch den aktuellen Legionellen-Ausbruch in Warstein ist nun die neue Thematik der Legionellenverbreitung über Fließgewässer in den Fokus des Projekts gerückt. Es lag nahe, zu untersuchen, ob es generell Belastungen von Kläranlagen, Kläranlagenabläufen und Oberflächengewässern mit Legionellen gibt und ob dadurch potentiell ein Risiko bei der Wasserentnahme und -nutzung besteht. Basierend auf dem bereits etablierten Konzept der Bestandsaufnahme an der Ruhr und der Risikobewertung der

Befunde wurde das Projekt „Sichere Ruhr“ nun um diese Fragestellung erweitert und nach Begutachtung durch den Projektträger und das BMBF finanziell aufgestockt. Ziel ist es, ein umfassendes Risikomanagement-Konzept zu erstellen.

Ebenfalls durch den Legionellen-Ausbruch in Warstein ausgelöst, wurde am IWW die bereits etablierte Legionellen-Analytik im Trink- und Kühlwasserbereich auf die Abwassermatrix erweitert. Hier kann IWW Ihnen eine kompetente Analytik mit der klassisch kulturellen ISO-Methode aber auch mit molekularbiologischen Methoden (qPCR) anbieten. Zudem führt IWW Gefährdungsanalysen und Risikobewertungen an Kundenanlagen durch.

*Martin Strathmann*



## Entwicklung fouling-beständiger wabenförmiger keramischer Nanofilter für die effiziente Wasseraufbereitung

Im Rahmen des EU-Forschungsvorhabens CeraWater wird, basierend auf Monolithen mit Wabenstruktur („honeycomb“), ein Modul mit vergrößerter Membranfläche (bis zu 25 m<sup>2</sup> pro Modul) entwickelt, charakterisiert und in ersten Anwendungen erprobt. Die gezielte Entwicklung eines angepassten Modul- und Systemdesigns und eine optimierte Prozessgestaltung sollen den effizienten Einsatz der wabenförmigen keramischen Membranen ermöglichen. Geometrie und Prozessführung werden dahingehend modifiziert, die Potenziale der neuen keramischen Membranen im Hinblick auf optimierten Energie- und Chemikalieneinsatz im Betrieb voll auszuschöpfen. In diesem Zusammenhang steht auch die Entwicklung spezieller Beschichtungs- und Prozessvarianten für unterschiedliche Anwen-

dungsgebiete. Die Membran- und Modulentwicklung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Experten auf dem Gebiet der Membrananwendung und der Wasser- bzw. Abwasseraufbereitung. Verschiedene Prozesskombinationen und alternative Beschichtungen können somit vergleichend bewertet werden.

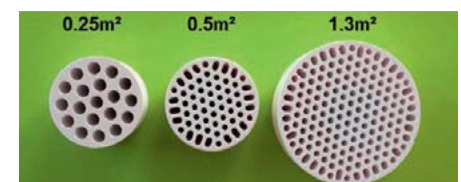
Ein Schwerpunkt der Arbeiten am IWW ist die Erprobung unterschiedlicher Elemente bei ausgewählten Betriebsbedingungen im Laborbetrieb. Dies beinhaltet grundlegende Untersuchungen zum Rückhalt von Ionen und gelösten, organischen Wasserinhaltsstoffen sowie zur Optimierung von Reinigungsmethoden. Des Weiteren wird die Leistungsfähigkeit der Module bei unterschiedlichen Betriebseinstellungen



für die Anwendung „direkte Nanofiltration“ von Oberflächenwasser und Kläranlagenablauf ermittelt.

Ein weiterer Schwerpunkt am IWW ist die Erstellung einer Ökobilanz (Life Cycle Assessment) und eine techno-ökonomische Bilanzierung und Bewertung im Vergleich zu konkurrierenden Verfahren.

Projektwebseite: <http://cerawater.eu/>



Querschnitt der keramischen NF-Module (verschiedene Entwicklungsstufen). Quelle: inopor GmbH

❖ Jubiläum

Wir gratulieren...  
...zum **25-jährigen** Jubiläum.

Frau Anke Maes,  
12.04.1989, Chemie-  
ingenieurin im Ge-  
schäftsfeld Radiologie.



Herr Bernd Lange,  
01.02.1989, Geschäfts-  
feldleiter Mikrobiolo-  
gische Analytik.

❖ Personalia

Herr Lothar Schüller ist  
seit dem 01.01.2014 als  
**kaufmännischer Leiter**  
und **Mitglied der Ge-  
schäftsleitung** tätig.  
Er tritt ab dem 01.07.2014  
die Nachfolge von Herrn  
Klaus-Dieter Neumann an.



Frau Nicole Schwarz  
unterstützt seit dem  
01.04.2014 als **kaufmän-  
nische Angestellte des  
Veranstaltungssekreta-  
riat**.

Frau Alexandra Tomazic  
ist seit dem 01.04.2014  
als **kaufmännische Ange-  
stellte im Servicebereich**  
(Registrierung/Zentrale)  
tätig.



## Untersuchungsvorhaben: „Klimawandel Niederrhein“ – Konsequenzen für die wasserwirtschaftliche Praxis

Aktuelle europä- und deutschlandweit durchgeführte Studien haben gezeigt, dass der Klimawandel erhebliche Auswirkungen auf die Wasserressourcen haben kann. Um die lokalen Auswirkungen am Niederrhein und deren Bedeutung für die Wasserwirtschaft zu untersuchen, hat das IWW zusammen mit dem FIW (RWTH Aachen) und der dr. papadakis GmbH ein Forschungsprojekt begonnen. Als Auftraggeber konnten jeweils drei Stadtwerke und städtische Entwässerungsbetriebe gewonnen werden. Die projizierten Klimaänderungen, insbesondere für Niederschlag und Lufttemperatur, stammen von zwei Rechnungen des regionalen CLM-Klimamodells und decken den Zeitraum bis zum Jahr 2100 ab. Hieraus werden dann beispielsweise ortsspezifische Implikationen und Risiken für die Wassergewinnung aus Uferfiltrat und Grundwasser abgeschätzt. Des Weiteren werden Sicherheitsaspekte und zu erwartende Auslastungen für bestehende Infrastrukturen der Wasserver- und -entsorgung evaluiert. Auch zukünftige hydrologische

Extremsituationen, wie zum Beispiel Dürren und Überflutungen, werden berücksichtigt, um die Resilienz bestehender Systeme bei allen sechs Stadtwerken und Entwässerungsbetrieben explizit zu untersuchen. Da jedoch nicht nur der Klimawandel allein für Änderungen im Wasserbudget verantwortlich ist, wird auch der zukünftige kommunale und industrielle Wasserbedarf berechnet. Hierzu werden lokal spezifische Faktoren des demografischen Wandels, der wirtschaftlichen Entwicklung und des technologischen Wandels berücksichtigt. Durch die Verknüpfung des zu erwartenden Wasserbedarfs mit den berechneten zukünftigen Wasserdargebotsprognosen können beispielsweise potenzielle Versorgungslücken aufgedeckt und im Vorhinein vermieden werden. Zudem können somit saisonale Spitzenbelastungen vorhergesagt werden. Abschließend kann jedes Wasserver- und -entsorgungsunternehmen die spezifischen Risiken des Klimawandels abschätzen und mögliche empfohlene Maßnahmen umsetzen.

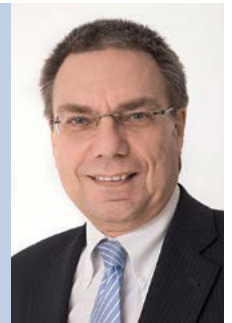
*Tim aus der Beek*

❖ Verabschiedung



Herr Professor Dr.-Ing. habil. Rolf Gimbel war seit dem 01.07.1988 als wissenschaftlicher Direktor im **Bereich Wassertechnologie** am IWW und Inhaber des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik/Wassertechnik an der Universität Duisburg-Essen und langjähriger Sprecher des Direktorium. Er ist ein weltweit anerkannter Experte für Filtrations- und Membranprozesse sowie Vordenker und Ratgeber in allen wissenschaftlichen Fragestellungen im Bereich Wassertechnologie. Professor Dr.-Ing. habil. Rolf Gimbel ist zum 28.02.2014 aus dem IWW ausgeschieden und in den Ruhestand eingetreten.

Herr Klaus-Dieter Neumann ist seit dem 01.05.1990 als **Bereichsleiter des IWW Service-Bereiches** und in Personalunion ab 1998 als **kaufmännischer Geschäftsführer** bei IWW tätig. Als ausgebildeter Kaufmann mit langjähriger Tätigkeit in der Wasserversorgung war er der Experte für Finanz- und Rechnungswesen, Steuerfragen und in der kaufmännischen Organisation. Er wachte während seiner Tätigkeit über die Finanzen und navigierte das IWW als „Innenminister“ durch die Klippen des Steuer-, Gesellschafts- und Personalrechts. Mit Eintritt in den Vorruhestand verlässt er das IWW zum 30.06.2014 und übergibt den Staffelstab an seinen Nachfolger Lothar Schüller.



### Impressum

**Herausgeber**  
IWW, Moritzstr. 26, 45476 Mülheim an der Ruhr  
AnInstit der Universität Duisburg-Essen; Mitglied  
im DVGW-Forschungs- und Beratungsverbund  
**Telefon:** 0208-4 03 03-0  
**Homepage:** www.iww-online.de  
**E-Mail:** info@iww-online.de  
ISSN 0948-4779

Bildnachweise: S. 1 shutterstock.com/Sunny Forest, Lucie Lang.  
S. 2 shutterstock.com/Leigh Prather. S. 3 shutterstock.com/Sergey Nivens. S. 4 shutterstock.com/Konstantin Chagin. S. 15 shutterstock.com/Michael-Dechev.  
**Verantwortlich**  
Klaus-Dieter Neumann, Geschäftsführer  
**Redaktion:** A. Becker (Bereich Wassernetze),  
U. Borchers (Bereich Wasserqualität), O. Dördelmann

(Bereich Wassertechnologie), R. Fohrmann (Bereich Wasserressourcen-Management), A. Hein (Bereich Wasserökonomie & Management), K.-D. Neumann (Servicebereich), J. Wingender (Bereich Angewandte Mikrobiologie).  
Nachdruck erwünscht, Beleg erbeten.