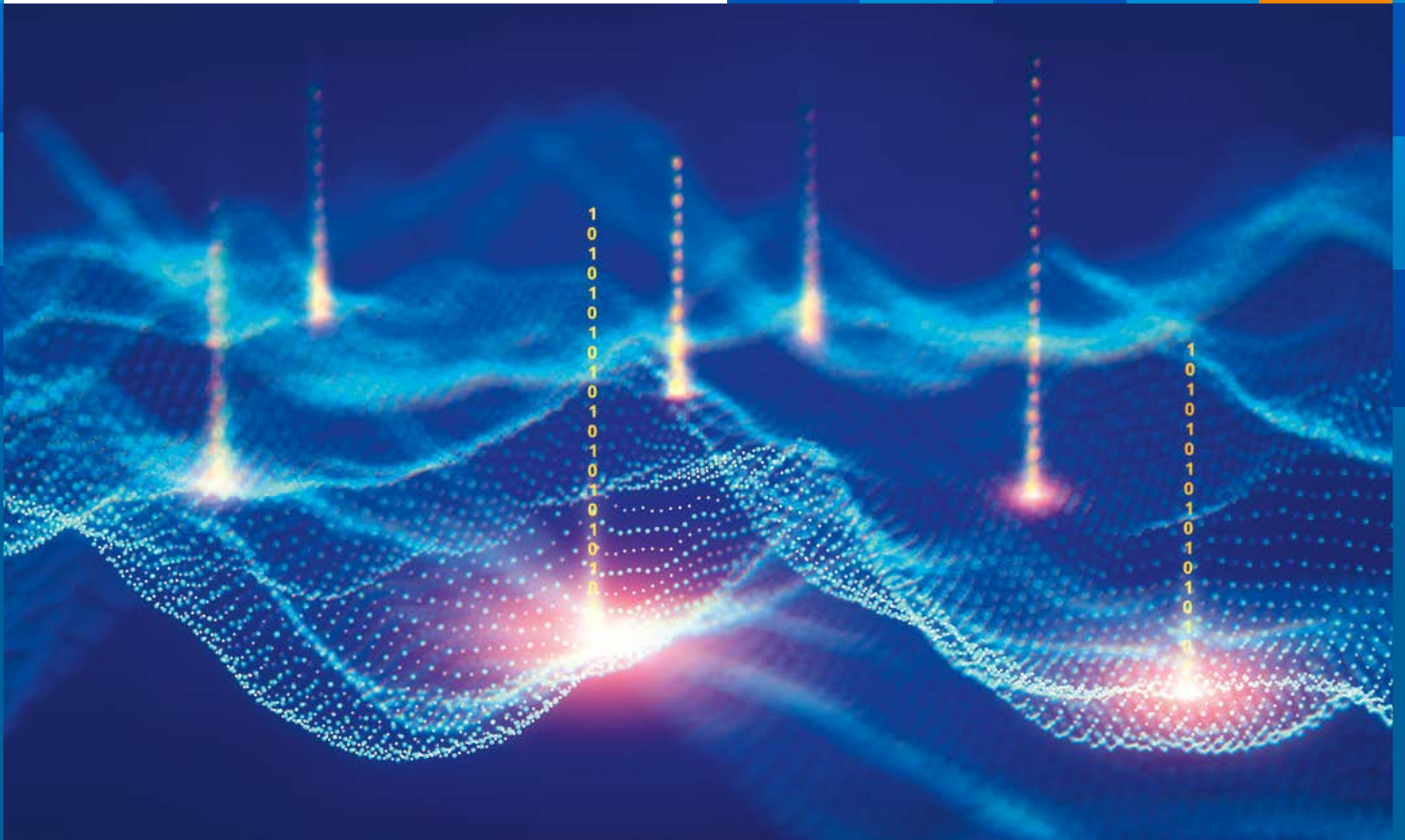


Nachrichten aus dem  
IWW Zentrum Wasser

 **IWW**  
JOURNAL

Dezember 2021 | Ausgabe 55

# Modellierung und Bewertung



## Aktuelle Fachbeiträge

Wasserwiederverwendung  
ganzheitlich bewerten –  
Anwendung des MULTI-ReUse-  
Bewertungstools auf eine  
Fallstudie in Nordenham

Um Entscheidungsträger bei  
Fragestellungen in Bezug auf die  
technische Machbarkeit, ... *Seite 8*

Einsatz von CFD bei Misch-  
vorgängen bei der Versorgung  
mit Trinkwässern unterschied-  
licher Beschaffenheit gemäß  
DVGW W 216 (A)

Um in ausreichender Menge  
und Qualität Trinkwasser bereit-  
zustellen, ... *Seite 10*

Instandhaltungsstrategien für  
Trinkwassernetze

Das Trinkwassernetz ist die  
bedeutendste Wertanlage jedes  
Wasserversorgers und die  
Instandhaltungsplanung von  
Trinkwassernetzen aufgrund der  
überwiegend langen ... *Seite 12*

Modellierung der Grund- und  
Rohwasserbeschaffenheit –  
BMBF Projekt go-CAM (GROW)

Oft kann aus der Analyse der  
Grund- oder Rohwasserwasser-  
beschaffenheit allein nicht auf  
die Ursache für das Auftreten von  
Schad- oder Störstoffen ... *Seite 14*

# Liebe Leserinnen und Leser,

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



## Verstehen, bewerten, vorhersagen ...

Alles ist im Wandel. Auch die Wasserversorgung muss sich auf die Folgen der globalen Wandelprozesse (Klima, Demographie, Digitalisierung) einstellen. Dafür müssen wir verstehen, wie die natürlichen und technischen Systeme funktionieren, und müssen abschätzen können, wie sie auf veränderte Rahmenbedingungen oder Nutzungsanforderungen reagieren werden. Neue politische und gesellschaftliche Zielvorstellungen wie zum Beispiel die konsequente Umsetzung des Nachhaltigkeitsprinzips erfordern zusätzliche Bewertungen, die weit über die naturwissen-

schaftlich-technische Ebene hinausgehen. An vielen Stellen ist also für eine Sicherung der Zukunftsfähigkeit der Wasserversorgung ein Dreiklang aus Verstehen, Vorhersagen und Bewerten notwendig. Das gilt für nahezu alle Wertschöpfungsstufen der Wasserversorgung, von den Ressourcen bis hin zur Verteilung an den Verbraucher. So unterschiedlich die konkreten Aufgaben und Fragestellungen auch sind: das Gemeinsame ist, dass hierfür zuverlässige Modelle und Bewertungswerkzeuge benötigt werden.

Die notwendigen Werkzeuge sind in der Regel nicht „von der Stange“ zu haben, sondern

müssen für die spezifischen Fragestellungen der Wasserversorgung entwickelt oder zumindest angepasst werden. Daran arbeiten wir bei IWW seit vielen Jahren. Im aktuellen Journal geben wir Ihnen einen kleinen Einblick in den „Werkzeugkasten“, den wir uns für die Bearbeitung Ihrer Fragestellungen geschaffen haben, und zeigen an konkreten Beispielen den Nutzen (und manchmal auch die Grenzen) dieser Werkzeuge auf.

Eine anregende Lektüre wünschen Ihnen

*L. Schüller*  
Lothar Schüller

*Dr. David Schwesig*  
Dr. David Schwesig

## Inhaltsverzeichnis



4 IWW und Uni Duisburg-Essen legen Bericht zu Dürre und Niedrigwasser in Deutschland vor



6 Menschen am IWW – Gerhard Schertzing



7 Talsperrenmanagement und Ökosystemleistungen

### Aktuelles & Nachrichten .....

- 3 IWW beim Jubiläums-Drachenbootfestival auf der Ruhr
- 3 Forschungsbedarf aus Sicht der deutschen Wasserwirtschaft formuliert
- 3 IWW-Laufteam beim Mülheimer Firmenlauf am 1. September mit neuen Bestleistungen
- 3 Mülheim Water Award zum 8. Mal ausgelobt!

- 4 IWW und Uni Duisburg-Essen legen Bericht zu Dürre und Niedrigwasser in Deutschland vor
- 4 Ankündigung: 3. MÜLHEIMER TAGUNG 2022 – Wasserökonomische Konferenz
- 5 Rückblick auf den IWW-Innovationstag 2021
- 5 Nachhaltigkeit von Desinfektion in technischen Systemen
- 6 Menschen am IWW – Gerhard Schertzing

- 6 Ankündigung: 5. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar
- 7 Talsperrenmanagement und Ökosystemleistungen
- 8 **Fachbeiträge** .....
- 15 **Wechsel in den Ruhestand** .....
- 16 **Personalia** .....

## IWW beim Jubiläums-Drachenbootfestival auf der Ruhr

Das IWW Zentrum Wasser hat im September mit viel Spaß und Engagement am 25. traditionellen Mülheimer Drachenbootrennen der DJK Ruhrwacht e.V. teilgenommen. Zwischen der Eisenbahn- und Schlossbrücke in der Ruhrarena traten rund 50 bunte Teams in den Großbooten gegeneinander an. Das Jubiläum des Festivals fiel dieses Jahr wegen Corona etwas kleiner aus als üblich. Dennoch war die Freude bei allen Teilnehmenden groß, dass

überhaupt wieder ein sportliches Großereignis an der Ruhr möglich war.

Auch das IWW-Team „Das Boot“ stellte sich wieder der sportlichen Herausforderung. Schon seit mehr als 10 Jahren freut sich die Gruppe immer darauf, wenn der Startruf über die Ruhr dröhnt: „Are you ready? Attention! Go!“

*Dr. Ulrich Borchers*



Das IWW-Team „Das Boot“ beim Drachenbootfestival 2021

## Forschungsbedarf aus Sicht der deutschen Wasserwirtschaft formuliert

Im Juni wurde durch den Water Innovation Circle (WIC) die unter Mitwirkung des IWW entwickelte „Strategische Innovationsagenda 2.0“ (SIA) des WIC an das BMBF übergeben. Der WIC ist eine von DVGW und DWA getragene Innovationsplattform. Ihr Ziel ist es, den Forschungs- und Innovationsbedarf aus Sicht

der Wasserwirtschaft gemeinsam zu identifizieren und an relevante Fördermittelgeber zu kommunizieren. Die SIA 2.0 des WIC zeigt die Vision einer zukunftsorientierten Wasserwirtschaft für eine wasser-bewusste Gesellschaft auf und benennt die Forschungsbedarfe, die zu ihrer Erreichung erforderlich sind.

Die WIC-SIA ist hier frei verfügbar: [www.water-innovation-circle.de](http://www.water-innovation-circle.de)

*Dr. David Schwesig*

## IWW-Laufteam beim Mülheimer Firmenlauf am 1. September mit neuen Bestleistungen



In diesem Jahr war die Strecke mit 4,5 km entlang der Ruhr etwas kürzer als sonst, weil

sie aufgrund der Hochwasserauswirkungen kurzfristig umgelegt werden musste. Auch das Wetter war kühler als im Vorjahr, trotzdem lagen Bestzeiten in der Luft. Nach dem Aufwärmen knallte um 19 Uhr der Startschuss der ersten Welle.

Es gab zwei Teamwertungen: Das Herrenteam landete auf Platz 15 von 73 Teams und die Damen auf Platz 11 von 44 Teams. Alexandra Schmuck aus der Wasserökonomie erreichte

sogar den 11. Gesamtplatz unter 174 Läuferinnen, bei den Herren durfte sich Andreas Hein über Platz 29 von 275 freuen.

Herzlichen Glückwunsch für die Teamplatzierungen im vorderen Viertel! Der Start in 2022 ist fest eingepplant.

*Andreas Hein*

## Mülheim Water Award zum 8. Mal ausgelobt!

Ab Anfang Dezember 2021 bis Ende Februar 2022 können Bewerbungen zum Mülheim Water Award (MWA) 2022 zum Thema „Innovationen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft und sichere Trinkwasserversorgung“ online eingereicht werden.

Gesucht werden innovative Verfahren, Produkte, Konzepte und neue Erkenntnisse mit ausgeprägtem Praxis- und Anwendungs-

bezug für die Wasserwirtschaft. Einreichen können Personen und Institutionen aus Europa.

Der Preis ist mit 10.000,- EUR dotiert, gestiftet von der RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH und der GERSTEL GmbH & Co. KG.

*Peter Lévai*



Weitere Informationen:  
[www.muelheim-water-award.com](http://www.muelheim-water-award.com)

## IWW und Uni Duisburg-Essen legen Bericht zu Dürre und Niedrigwasser in Deutschland vor



Obwohl die Bundesrepublik Deutschland im langjährigen Mittel über ausreichende Wasserressourcen verfügt, haben die trockenen Jahre 2003, 2018 und 2019 Betroffenheit bei Schifffahrt, Land- und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft und Wasserwirtschaft ausgelöst. Der Rückgang der Abflussmenge und das damit verbundene Auftreten von Warmwasserphasen hatten unmittelbare Folgen für die in den Gewässern lebenden Organismen. Die kommunale Trinkwasserversorgung gelangte teilweise an ihre Grenzen, auch aufgrund einer außergewöhnlich hohen Nachfrage. Für

einige landwirtschaftliche Produkte führten die Dürreschäden zu Ertragseinbußen von bis zu 50 %. Auch in der Forstwirtschaft kam es teilweise zu erheblichen Verlusten, die meist erst in den Folgejahren sichtbar wurden. Hinzu kam, dass das Waldbrandrisiko durch sommerliche Dürreperioden deutlich erhöht war.

Das IWW Zentrum Wasser hat nun zusammen mit der Universität Duisburg-Essen im Auftrag des Umweltbundesamts eine Situationsanalyse zu den Themen Dürre und Niedrigwasser vorgelegt. Auf Basis von

Experteninterviews, Fachliteratur sowie ausgesuchten ökonomischen und (geo)hydrologischen Datensätzen wurden die Betroffenheiten, zukünftige Prognosen und mögliche Handlungsoptionen für den Umgang mit den Risiken einer Dürre zusammengefasst. Ein koordiniertes Vorgehen auf Länder- oder Bundesebene existiert noch nicht. Mögliche Handlungsoptionen innerhalb der einzelnen Sektoren sind allerdings bereits jetzt schon sehr gut dokumentiert. So können technische Lösungen z. B. in den Sektoren Trinkwasserversorgung (u. a. Verbundbewirtschaftung, Verluste vermeiden, Notbrunnen) und Landwirtschaft (Bewässerung) die Risiken mildern. In der Ökologie (u. a. langfristige Anpassung der Gewässerstruktur, Ufervegetation) und der Forstwirtschaft (Baumartenwahl) werden überwiegend naturnahe Ansätze diskutiert.

Der Bericht „Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien“ ist online verfügbar.

Der Bericht erscheint in Kürze auf der Webseite des Umweltbundesamts und wird auf der IWW-Webseite verlinkt.

*Dr. Thomas Riedel*

### IWW Veranstaltungen 2022

Alle Informationen und Details unter: [iww-online.de/veranstaltungen](https://www.iww-online.de/veranstaltungen)

03.03.2022 | 9:00 – 18:00 Uhr | Aquatorium, Mülheim an der Ruhr

#### 3. MÜLHEIMER TAGUNG 2022 – Wasserökonomische Konferenz

„Der Kunde ist König – Was heißt das für die Wasserwirtschaft?“

Unter diesem Titel wird sich die 3. MÜLHEIMER TAGUNG den wichtigsten Partnern, Leistungsempfängern und Impulsgebern der Wasserwirtschaft widmen: den Kunden. Da sind die Kommune, die Wohnungswirtschaft, der Privathaushalt, die Industrie und die Landwirtschaft. Sie sind es, die im Mittelpunkt der Vorträge und Diskussionen auf der Wasserökonomischen Konferenz in Mülheim an der Ruhr stehen werden.

Das Kernversprechen der Branche, Qualität und Versorgungssicherheit, wird nur mit größeren Anstrengungen einzuhalten sein. In naher Zukunft wird der Kunde über die reine Ver- und Entsorgung hinaus einen echten

MÜLHEIMER  
TAGUNG 2022  
WASSERÖKONOMISCHE KONFERENZ



Mehrwert erwarten. Wer sich heute darauf vorbereitet, wird die Zukunft mitgestalten und dem Kunden einen Bedarf befriedigen, den dieser heute noch nicht kennt.

Initiatoren und Träger der Tagung sind die in Mülheim an der Ruhr ansässigen wasserwirtschaftlichen Institutionen HRW Hochschule Ruhr-West, IWW Zentrum Wasser und RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft.

Programm und Anmeldung: [muelheimer-tagung.de](https://www.muelheimer-tagung.de)

## Rückblick auf den IWW-Innovationstag 2021



Unter dem Thema „Wasserwirtschaft und Braunkohletagebau“ fand am 20. Mai 2021 der alljährliche IWW-Innovationstag diesmal im Online-Format statt. Erfreulicherweise war das Interesse wieder sehr groß, und zahlreiche Vertreter aus Wasserwirtschaftsunternehmen und Fördervereinsmitglieder nahmen an der Veranstaltung teil.

Nach den einführenden Worten von Dr. David Schwesig (IWW) und dem Vorstand des IWW-

Fördervereins, trat Dr. Bernd Bucher (Erftverband) als erster Vortragender an das virtuelle Rednerpult. Er erläuterte die weitreichenden Konsequenzen, die sich aus dem frühzeitigen Kohleausstieg als wasserwirtschaftliche Herausforderungen für das Rheinische Braukohlenrevier ergeben.

Nico Spaete (RWE Power AG) erweiterte die Sicht auf die planerischen und umzusetzenden Aufgaben aus dem Blickwinkel des Bergbaubetriebs. Im Fokus standen die Anpassung der Abbauplanung und die Maßnahmen zur Restseebefüllung der Tagebaue Garzweiler und Hambach.

Schließlich stellte Katharina Greven (NEW NiederrheinWasser GmbH) die Auswirkungen der weitreichenden Grundwasserabsenkungen auf die Wasserversorgung und die kom-

plexen Herausforderungen für die Aufrechterhaltung des Wasserhaushaltes dar.

Prof. Dr. Heribert Nacken (RWTH Aachen) schloss die Vortragsreihe mit einem Beitrag über das Avatar-basierte Lehren und Lernen ab. Er zeigte Szenarien auf, wie sich solche Technologien künftig auch auf wasserwirtschaftliche Anwendungsfälle übertragen lassen und genutzt werden können.

Nach zwei Kurzbeiträgen in Form sog. „Innovation Pitches“ von Mitgliedsunternehmen des Fördervereins und Informationen über aktuelle Themen aus dem IWW von Dr. David Schwesig stand die virtuelle Exkursion als Highlight des Innovationstages auf dem Programm. Expert:Innen des Erftverbandes präsentierten beeindruckende und spannende optische Impressionen zu den Herausforderungen und Projekten aus dem Umfeld des Tagebaus.

*Dr. Achim Gahr, Thomas Bittinger & Christoph Sailer*

## Nachhaltigkeit von Desinfektion in technischen Systemen

Desinfektion ist ein häufig beschrittener Weg, um Probleme exzessiver Verkeimung oder Biofilmbildung in industriellen Wassersystemen zu bekämpfen. Eine weitere Motivation besteht in der Abtötung unerwünschter Mikroorganismen. Die Desinfektion ist dabei oft von einer hohen Erwartungshaltung begleitet. Diese steht in der Realität häufig der Erkenntnis gegenüber, dass die Desinfektionswirksamkeit auf eine kurze Zeitspanne beschränkt ist. Der vordergründig einfache Kausalzusammenhang zwischen Durchführung der Maßnahme und der Problemlösung weicht oft der ernüchternden Erkenntnis einer kurzen Nachhaltigkeit.

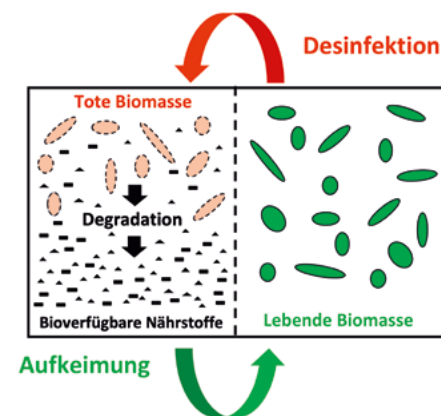
Eine neue Studie von IWW und Industriepartnern widmete sich der Behandlung von Wasserproben (Trinkwasser oder Kühlwasser) mit Hitze, Hypochlorit oder Monochloramin und untersuchte die Aufkeimungskinetik der natürlicherweise im jeweiligen Wasser vorkommenden bakteriellen Gemeinschaft nach Desinfektion. Ferner wurde ein Trinkwasserbiofilm mit einer Kombination von Wasserstoffperoxid und Peressigsäure behandelt.

Die Ergebnisse zeigten in allen Fällen, dass der Desinfektionsmaßnahme typischerweise eine schnelle Wiederaufkeimung der autochthonen Bakterien folgt. Der Grund wird darin gesehen, dass die Nährstoffe durch die Desinfektion nicht entfernt werden, zum Teil wird die Konzentration von bioverfügbaren Nährstoffen durch den Aufschluss großer organischer Moleküle sogar erhöht.

Wie in der Abbildung schematisch verdeutlicht, kann die abgetötete Biomasse von sogenannten „nekrotrophen“ Bakterien wiederverwertet und in neue lebende Biomasse überführt werden. Dieser Prozess kann abhängig von der Temperatur und anderen Faktoren innerhalb weniger Tage erfolgen. Eine Schlussfolgerung der Studie ist, dass die Nachhaltigkeit von thermischer und chemischer Desinfektion nur durch eine Entfernung der toten Biomasse erhöht werden kann. Desinfektion sollte immer als mindestens zweistufiger Prozess gesehen werden, der Abtötung und dem Austrag der toten Biomasse.

*Link zur Studie: [bit.ly/32B1oEK](https://bit.ly/32B1oEK)*

*Dr. Andreas Nocker*



*Schematische Darstellung des Übergangs zwischen Mikroorganismen und Nährstoffen während der Aufkeimung und der Desinfektion. Mikroorganismen werden während der Desinfektion abgetötet oder geschädigt und allmählich zu assimilierbaren Nährstoffen abgebaut, die als Bausteine für die Bildung neuer Biomasse während des Wachstums durch verbleibende lebende oder neu in das System eingeführte Mikroorganismen dienen. Der Nährstoffpool und die lebende Biomasse befinden sich im Gleichgewicht*

## Menschen am IWW – Gerhard Schertzinger

Gerhard Schertzinger ist seit zweieinhalb Jahren Leiter des Geschäftsfeldes Toxikologie am IWW Zentrum Wasser in Mülheim. Kürzlich hat er für seine Dissertation „Combined sewer overflows: contamination and toxicity of downstream located sediments“ den 2. Platz beim Young Scientist Award des Zentrums für Wasser und Umweltforschung (ZWU) gewonnen.

### Gerhard, was hat Toxikologie grundsätzlich mit Wasser zu tun?

In Industrieländern befinden sich rund 70.000 Chemikalien im täglichen Gebrauch. Diese können zum Beispiel über die Kläranlage oder Regenabflüsse in unsere Umwelt gelangen und die Gesundheit von Pflanzen und Tieren beeinträchtigen. Über Uferfiltrat oder Grundwasser besteht zudem die Gefahr, dass die Stoffe im Trinkwasser landen und somit den Menschen gefährden. In der Toxikologie haben wir verschiedene Methoden, mit denen wir potenziell schädliche Effekte durch diese Chemikalien nachweisen können. Ein großer Vorteil dieser Methoden ist, dass sie den Effekt der Gesamtprobe anzeigen und somit auch die Wirkung von unbekanntem Stoffen detektieren, welche mit herkömmlichen chemisch-analytischen Methoden nicht routinemäßig untersucht werden.

### Und was macht ein Toxikologe täglich am IWW?

Wir untersuchen in Forschungs- und Beratungsprojekten unterschiedliche Wasserproben auf zytotoxische, genotoxische, mutagene und hormonelle Wirkungen und beurteilen so zum Beispiel die Qualität des jeweiligen Wassers sowie die Effektivität von Trink- und Abwasseraufbereitungsprozessen. Auch die toxikologische Bewertung von Einzelstoffen oder Leachaten aus der Bewitterung unterschiedlicher Materialien zählt zu unserem Aufgabengebiet. Dazu nutzen wir in-vitro Methoden auf Basis eu- und prokaryotischer Zellen. Ausführlichere Informationen dazu finden Sie unter: [iww-online.de/leistungen/geschäftsfeld\\_toxikologie/](http://iww-online.de/leistungen/geschäftsfeld_toxikologie/)

### Was gefällt dir an deiner Arbeit am IWW am besten?

Die Spannweite der Fragestellungen, welche wir in

den unterschiedlichen Projekten bearbeiten, sowie den dadurch bedingten Austausch mit Kollegen und anderen Wissenschaftlern.

*Gerhard Schertzinger & Lisa Zimmermann*



## IWW Veranstaltungen 2022

Alle Informationen und Details unter: [iww-online.de/veranstaltungen](http://iww-online.de/veranstaltungen)

14. und 15.09.2022 | 10:00 – 16:00 Uhr | Stadthalle Mülheim an der Ruhr

### 5. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar

Mit begleitender Fachaussstellung

Die Wasseranalytik profitiert von vielen Innovationen in der Gerätetechnik. Methoden der Anreicherung und Detektion und die Kopplung bekannter Verfahren erweitern das Stoffspektrum. Gleichzeitig ist der Trend ungebrochen, die Leistungsfähigkeit wasseranalytischer Verfahren zu steigern. Es besteht also weiterhin großer Bedarf für innovative Entwicklungen. In diesem Kontext berichten Wissenschaftler, Anwender und Hersteller aus ihren Arbeitsgebieten auf dem MWAS 2022.



#### Themenschwerpunkte:

- Roadmap Trinkwasseranalytik
- Target-, Suspect-, Nontarget-Screening
- Spurenstoffe (PFAS / PMT)
- Bewertung von Analyseergebnissen
- Molekularbiologische Methoden

Programm und Anmeldung: [iww-online.de/mwas-2022](http://iww-online.de/mwas-2022)

## Talsperrenmanagement und Ökosystemleistungen



Talsperren bieten vielfältige kulturelle Ökosystemleistungen wie das Angeln (Foto: Thomas Gursch; Angler auf einer Ruhrverbandtalsperre)

Viele Trinkwassertalsperren Deutschlands waren im Jahr 2021 aufgrund ergiebiger Niederschläge in der Sommerperiode gut gefüllt. Die Bedingungen im Jahr 2021 dürften allerdings nicht über das Risiko kritisch niedriger Füllstände durch den Klimawandel hinwegtäuschen. Die Trockenperioden der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass sich der Zielkonflikt zwischen einem ausreichenden Rohwasserrückhalt im Speicherraum sowie einer angemessenen Wasserabgabe an den Unterlauf für Talsperrenbetreiber zu verschärfen droht. Der IWW Bereich Wasserökonomie & Management hat im Auftrag für die Arbeitsgemeinschaft für Trinkwassertalsperren e.V. (ATT) untersucht, wie sich dieser Zielkonflikt aus umweltökonomischer Sicht einordnen und analysieren lässt. Die Anwendung von Bewertungsverfahren aus der Umweltökonomie kann helfen, den Wert des Wassers in der Talsperre gegenüber der Nutzung im Unterlauf objektiv darzustellen. Im Projekt wurde anhand eines qualitativen Beispiels die mögliche Vorgehensweise einer umweltökonomischen Bewertung des

Zielkonflikts beschrieben. Damit ließe sich die Basis für eine ganzheitliche Lösungssuche zur Abschwächung des Zielkonflikts legen.

Sowohl das Ökosystem Talsperre als auch der Flussunterlauf bieten vielfältigen Nutzen. Für eine Bewertung sind insbesondere die finalen Leistungen aus den Ökosystemen relevant, welche zum Wohlbefinden des Menschen beitragen. Ein wesentlicher Vorteil des Konzepts liegt darin, dass es die Verbindung wirtschaftlicher, technischer und ökologischer Zusammenhänge für Bewertungen ermöglicht.

Das erarbeitete Konzept zur Bewertung der Ökosystemleistungen aus der Talsperre gegenüber den Leistungen aus der Wasserabgabe in den Unterlauf wurde dem ATT in Form eines Berichts zur Verfügung gestellt. Außerdem wird zu dem Thema eine IWW-Publikation in der Dezemberausgabe der Zeitschrift „Energie | Wasser-Praxis“ erscheinen.

*Clemens Strehl*



Regulierende Ökosystemleistung: In der Talsperrenbiozönose regulieren Cladoceren, wie dieser Große Wasserfloh, die Algenbiomasse zum Vorteil für die Wassergüte. Im Bild sind grüne Algen gut im Darm des Wasserfloh zu erkennen (Foto: Hartmut Willmitzer)

# Wasserwiederverwendung ganzheitlich bewerten – Anwendung des MULTI-ReUse-Bewertungstools auf eine Fallstudie in Nordenham

Kristina Wencki (IWW) & Kerstin Krömer (OOWV)

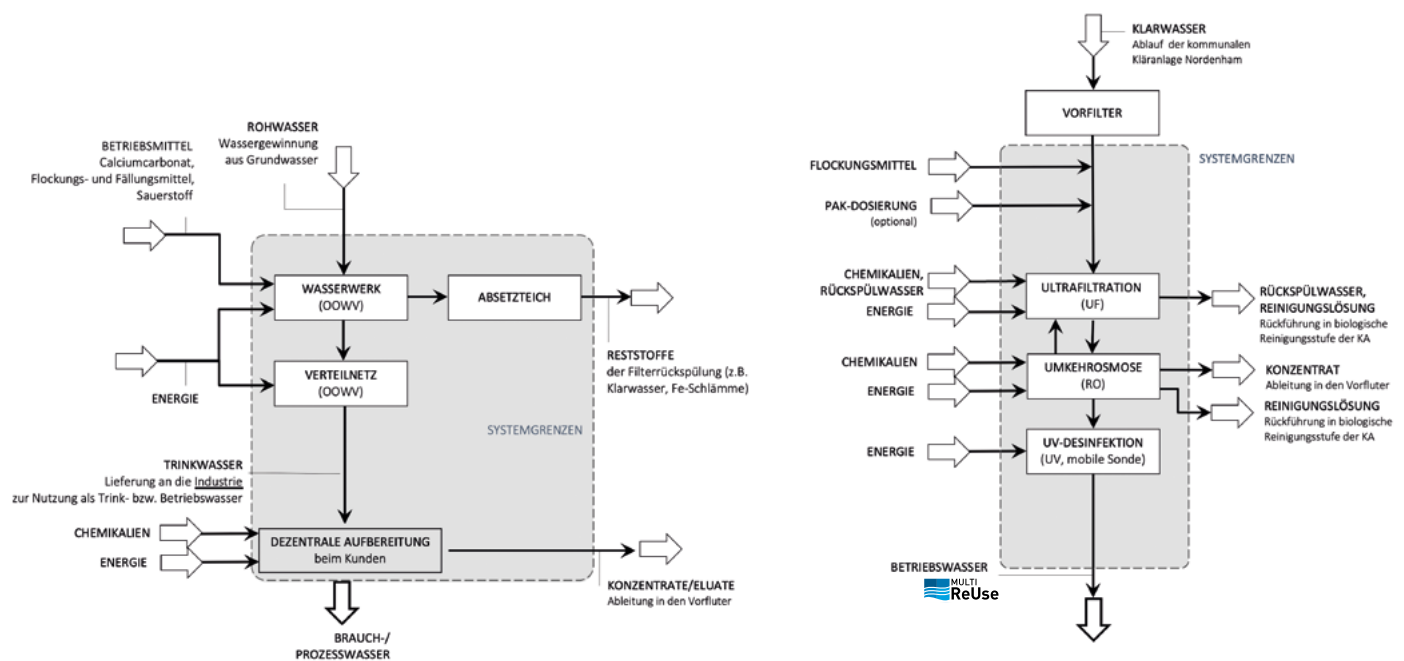


Abb. 1: Verfahrensschemata für die Wasserversorgungsoptionen A und B in Nordenham, Deutschland

Um Entscheidungsträger bei Fragestellungen in Bezug auf die technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, ökologische Verträglichkeit und soziale Akzeptanz alternativer Wasserversorgungslösungen zu unterstützen, wurde im Rahmen des BMBF-Projekts MULTI-ReUse ein Werkzeug entwickelt, welches sich im Speziellen auf die Bewertung von Wasserwiederverwendungsmaßnahmen in den Sektoren der Industrie und Landwirtschaft konzentriert. Im Folgenden wird das entwickelte Bewertungstool näher vorgestellt und seine Anwendbarkeit an einem Fallbeispiel in Nordenham demonstriert.

## Aufbau und Funktionen des Bewertungstools

Das entwickelte Tool ist eine auf Microsoft-Excel basierende Anwendung. Im ersten

Arbeitsblatt erhält der Nutzer eine kompakte Einführung in das Tool. Es folgt eine Checkliste, mit deren Hilfe die Erfüllung notwendiger Voraussetzungen für den Einsatz der einzelnen Systemlösungen (Einhaltung rechtlicher Bedingungen, infrastruktureller und technischer Voraussetzungen) kontrolliert wird. Eine technische Variante sollte nur dann in die Nachhaltigkeitsbewertung einbezogen werden, wenn alle in der Checkliste aufgeführten Kriterien erfüllt sind. Das Herzstück des Tools besteht aus den Tabellenblättern für die Dateneingabe zu den vier Dimensionen Umwelt, Soziales, Technik und Ökonomie, sowie einem integrierten Zusatztool, welches den Nutzer bei der Berechnung der spezifischen Jahreskosten unterstützt. Nach erfolgter Dateneingabe erfolgt die Bewertung der Eingabedaten im Rahmen einer Nutzwertanalyse. Die durch das Tool berechneten

Teilnutzwerte werden dabei weitergehend anhand verschiedener Gewichtungsschlüssel zu einem Gesamtnutzwert aggregiert. Die Ergebnisse werden in Tabellenform ausgegeben. Abgerundet wird die Darstellung der Bewertungsergebnisse im Tool durch die Auflistung der Gesamtnutzwerte je Variante als Dezimalzahl in einer Übersichtstabelle.

## Anwendung der Nachhaltigkeitsbewertung auf die Fallstudie Nordenham

In Norddeutschland sorgt der Wasserversorger Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV) für die Wasserversorgung von Kommunal- und Industriekunden. Der OOWV prüft aktuell, den Trinkwasserverbrauch in einem Industriepark in Nordenham durch die Wiederverwendung von Wasser



mit geringer elektrischer Leitfähigkeit und niedrigem Chlorgehalt aus einem separaten Rohrleitungsnetz zu ersetzen. Basierend auf Kundenanfragen wurde für die Bewertung der Fallstudie eine Steigerung des jährlichen Brauchwasserbedarfs für industrielle und gewerbliche Zwecke von 800.000 m<sup>3</sup>/a angenommen. Durch die Verwendung des im Rahmen des MULTI-ReUse-Projekts entwickelten Tools zur Nachhaltigkeitsbewertung wurde für die Fallstudie Nordenham eine Kosten-Nutzen-Betrachtung für das geplante Wasserrecyclingprojekt (Variante B, Abb. 1) durchgeführt, indem es mit dem aktuellen Wasserversorgungssystem (Variante A, Abb. 1) verglichen wurde. Zur Identifizierung der mittel- wie langfristig nachhaltigsten Versorgungslösung wurde die Bewertung einerseits unter aktuellen Rahmenbedingungen (Jahr 2020) und andererseits unter Berücksichtigung veränderter Rahmenbedingungen im Jahr 2030 durchgeführt.

Die Bewertungsergebnisse bestätigen, dass derzeit das bestehende Wasserversorgungssystem aus technischer, sozialer und wirtschaftlicher Sicht vorzuziehen ist (Abb. 2). Beispielsweise beträgt der spezifische Energiebedarf für die Bereitstellung von Betriebswasser aus der Wasserwiederverwendung (Option B) ca. 1 kWh/m<sup>3</sup>, während der gesamte spezifische Energiebedarf für die Trinkwasserversorgung (Option A) im Durchschnitt nur 0,7 bis 0,8 kWh/m<sup>3</sup> beträgt. Die berechneten spezifischen Kosten für die Betriebswasserversorgung aus recyceltem Klarwasser sind somit höher als die Kosten der gewöhnlichen Trinkwasserversorgung vor Ort. Hierbei ist jedoch zu berücksichti-



# MULTI ReUse

gen, dass an vielen anderen Standorten in Deutschland bereits heute energie- und ressourcenintensivere Aufbereitungsverfahren eingesetzt werden müssen.

Für das Versorgungsszenario 2030 wird erwartet, dass der Nutzungsdruck auf die regionalen Grundwasserressourcen weiter steigt und dies durch die Wasserwiederverwendung verringert wird, was zum Erhalt des qualitativen und quantitativen guten Zustands der Ressource Grundwasser beitragen wird. Weitere Beiträge zum Schutz der Ökosysteme leisten ein verringerter Flächenbedarf und eine Reduzierung der Grundwasserentnahmen. Deutlich niedrigere Chlor- und Salzgehalte des recycelten Wassers werden eine signifikante Reduzierung der dezentralen Aufbereitung bei den Endverbrauchern ermöglichen und die mehrfache Wasserumwälzung innerhalb industrieller Prozesse weiter erhöhen. Hierdurch kann der Wasserverbrauch in der Produktion

zukünftig sogar insgesamt reduziert werden. Darüber hinaus ermöglicht Variante B den Kunden eine größere Flexibilität in Bezug auf schwankende Quantitäts- und Qualitätsanforderungen, trägt stärker zur lokalen Wertschöpfung bei und erhöht das Umweltbewusstsein. Ebenso führt die Verwendung des MULTI-ReUse-Ansatzes (Variante B) zu einem verminderten Betriebsmittelbedarf (z. B. Flockungsmitteln, Fällungsmitteln) in den verschiedenen Aufbereitungsstufen. Das Anwendungsbeispiel zeigt, dass das Tool sehr gut als Entscheidungsunterstützungswerkzeug genutzt werden kann, um die nachhaltigste Prozesskette zu identifizieren.

Das Bewertungstool und der zugehörige Leitfaden, der die wichtigsten Fragen zum Tool beantwortet, sind auf der Projektwebseite des BMBF-geförderten Vorhabens MULTI-ReUse ([water-multi-reuse.org](http://water-multi-reuse.org)) zum Download verfügbar.

| Nr. | Gewichtungsvariante      | Umwelt | Soziales | Technik | Ökonomie | Variante I         |                    | Variante II        |                    | Variante III       |                    | Variante IV |  |
|-----|--------------------------|--------|----------|---------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|--|
|     |                          |        |          |         |          | Trinkwasser (2020) | MULTI ReUse (2020) | Trinkwasser (2030) | MULTI ReUse (2030) | Trinkwasser (2030) | MULTI ReUse (2030) |             |  |
| 1   | Fokus des Nutzers        |        |          |         |          |                    |                    |                    |                    |                    |                    |             |  |
| 2   | Beispiel aus MULTI ReUse | 26%    | 13%      | 38%     | 23%      | 0,696<br>1         | 0,563<br>2         | 0,662<br>1         | 0,589<br>2         |                    |                    |             |  |
| 3   | Fokus Umwelt             | 40%    | 20%      | 20%     | 20%      | 0,673<br>1         | 0,565<br>2         | 0,639<br>2         | 0,592<br>1         |                    |                    |             |  |
| 4   | Fokus Soziales           | 20%    | 40%      | 20%     | 20%      | 0,747<br>1         | 0,642<br>2         | 0,719<br>2         | 0,689<br>1         |                    |                    |             |  |
| 5   | Fokus Technik            | 20%    | 20%      | 40%     | 20%      | 0,724<br>1         | 0,593<br>2         | 0,696<br>1         | 0,628<br>2         |                    |                    |             |  |
| 6   | Fokus Ökonomie           | 20%    | 20%      | 20%     | 40%      | 0,692<br>1         | 0,559<br>2         | 0,559<br>2         | 0,586<br>1         |                    |                    |             |  |
| 7   | Fokus Umwelt + Soziales  | 30%    | 30%      | 20%     | 20%      | 0,710<br>1         | 0,603<br>2         | 0,679<br>2         | 0,640<br>1         |                    |                    |             |  |
| 8   | Fokus Umwelt + Technik   | 30%    | 20%      | 30%     | 20%      | 0,661<br>1         | 0,579<br>2         | 0,667<br>1         | 0,610<br>2         |                    |                    |             |  |
| 9   | Fokus Technik + Ökonomie | 20%    | 20%      | 30%     | 30%      | 0,708<br>1         | 0,576<br>2         | 0,668<br>2         | 0,607<br>1         |                    |                    |             |  |
| 10  | Gleich gewichtet         | 25%    | 25%      | 25%     | 25%      | 0,709<br>1         | 0,590<br>2         | 0,673<br>2         | 0,624<br>1         |                    |                    |             |  |

Abb. 2: Bewertungsergebnisse für die Fallstudie Nordenham (Varianten 1-A „Trinkwasser“, 1-B „MULTI-ReUse“ aus aktueller Sicht (2020) und mit Blick in die Zukunft (2030))

# Einsatz von CFD bei Mischvorgängen bei der Versorgung mit Trinkwässern unterschiedlicher Beschaffenheit gemäß DVGW W 216 (A)

Dr. Alexander Sonnenburg

Um in ausreichender Menge und Qualität Trinkwasser bereitzustellen, ist es teilweise erforderlich, Wässer aus verschiedenen Gewinnungsgebieten und in unterschiedlichen Beschaffenheiten zu nutzen. Nach DVGW Arbeitsblatt W 216 (2004) sind dies „Trinkwässer, die auf Grund der Unterschiede in ihrer Beschaffenheit bei Verteilung in einem Versorgungsgebiet aus korrosionschemischen Gründen besondere Maßnahmen erforderlich machen können.“ Außerdem besteht die Gefahr, dass Trinkwässer unterschiedlicher Herkunft die Grenzwerte zur Trinkwasserbeschaffenheit zwar einhalten, die Mischwässer aufgrund von chemischen Reaktionen zwischen den einzelnen Wässern aber nicht mehr. Daher wäre die einfachste technische Maßnahme, die Versorgung mit unterschiedlichen Wässern in einzelnen Versorgungszonen komplett zu trennen. Häufig schränkt dies die Flexibilität der Wasserbereitstellung im Netz jedoch stark ein oder ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich. Dann ist eine Mischung der Wässer erforderlich.

Das Arbeitsblatt W 216 geht auf das Vorgehen für die Beurteilung der physikalischen und chemischen Parameter bei der Mischung von Wässern und der Einordnung ihrer Beschaffenheit ein. Hierbei wird auf die Sachkunde verwiesen, die bei der korrosionschemischen Beurteilung von Wässern und gegebenenfalls für den Einsatz erforderlicher technischer Maßnahmen im Einzugsgebiet oder bei Trinkwasser-Installationen notwendig sind. Das IWW besitzt hierzu jahrzehntelange Erfahrungen.

Außerdem wird im W 216 angesprochen, wie die Mischung mehrerer Wässer hydrodynamisch erfolgen könnte. Idealerweise sollte diese im Vorfeld des Netzes in einem Mischbehälter erfolgen. Die Herausforde-

rungen, die sich hierbei ergeben, können leicht unterschätzt werden. Wasser mischt sich nicht von selbst, auch wenn die Zuströmungen in die Behälter voll turbulent sind. Weitere technische Maßnahmen sind in der Regel erforderlich. Dies gilt für dichtegleiche Wässer, aber noch mehr für Wässer mit Dichteunterschieden, z. B. hervorgerufen durch unterschiedliche Wassertemperaturen, die zu stabilen Schichtungen in den Behältern führen und eine schlechte Durchmischung begünstigen können. Die hydrodynamischen Mischungsvorgänge können in räumlich ausgedehnten Mischbehältern somit sehr schwierig werden. Es wird von Seiten des IWW empfohlen, komplexe Mischbehälter in Zukunft mit Hilfe des Modellierungswerkzeugs CFD (Computational Fluid Dynamics) zu planen und zu konstruieren. CFD wird in der Siedlungswasserwirtschaft bereits seit ca. zwei Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt und ist am IWW als eigenes Geschäftsfeld vertreten.

Im W 216 wird auch erwähnt, dass die Mischung im Netz über Rohrleitungen ohne zusätzliche Einbauten erfolgen kann, wenn die Mischweglänge lang genug ist. Demnach kann diese mit einer Leitungslänge von 200 DN abgeschätzt werden, wenn die Zusam-

menführung der Zuströmung günstig ist. In diesem Kurzbericht soll an einem einfachen Beispiel mit Hilfe von CFD aufgezeigt werden, ob dies zutreffen kann, bzw. wie lang eine Mischstrecke mindestens sein muss.

## Mischung zweier Wässer in einer Rohrleitung

In der Praxis wird oft vermutet, dass eine voll turbulente Strömung in einer Rohrleitung innerhalb kürzester Zeit oder laufender Mischstrecke zu einer vollständigen Mischung von Wässern, oder auch zu einer vollständigen Vermischung bei einer Chemikaliendosierung, führen müsste. Die Berechnung, ob in einer Rohrleitung die Strömung voll turbulent ist, erfolgt über die kritische Reynoldszahl  $Re_{krit}$ , die bei Rohren mindestens einen Wert von  $Re_{krit} \geq 2300$  haben muss, damit keine rein laminare Strömung mehr vorliegen kann.

$$Re = \frac{v \times D}{\vartheta}$$

mit:  
Re = Reynoldszahl [dimensionslos]  
v = mittlere Fließgeschwindigkeit im Rohr [m/s]  
D = Rohrdurchmesser (innen) [m]  
 $\vartheta$  = kinematische Viskosität von Wasser [m<sup>2</sup>/s]

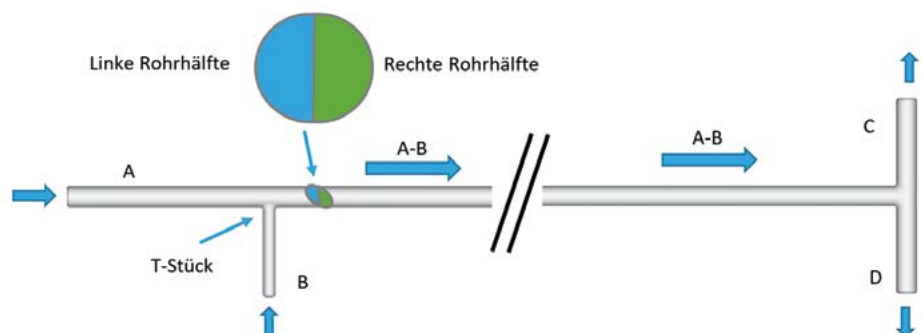


Abb. 1: Modellskizze des Zu- und Abflaufbereichs; blaue Pfeile: Fließrichtung

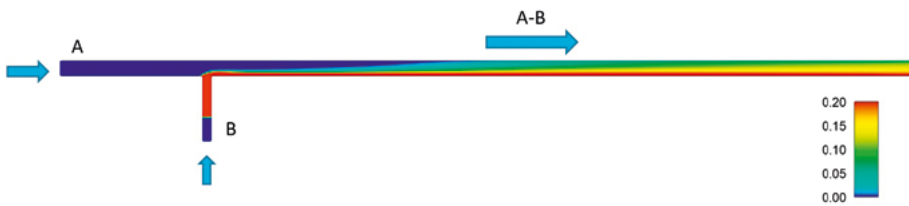


Abb. 2: Volumenstromanteil aus Zufluss B bis ca. 50 m nach dem T-Stück (Legende bis 20%; rot: 20 bis 100%)

Bei der laminaren Strömung fließen Wassermoleküle in Bahnen nebeneinander her, während bei Turbulenz die Wassermoleküle verwirbelt werden. Bei Reynoldszahlen über 10.000 kann von einer voll turbulenten Strömung im Rohr ausgegangen werden. Trinkwasserleitungen mit einem DN von 1000 mm erreichen bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 0,3 m/s und einer Wassertemperatur von 10 °C beispielsweise Reynoldszahlen von ca. 300.000. Das heißt, in Trinkwasserleitungsnetzen liegen, außer bei sehr geringen Fließgeschwindigkeiten und Durchmessern, immer voll turbulente Strömungen vor. Im vorgenannten Beispiel wäre die Mischstrecke mit der Abschätzung nach W 216 (2004)  $200 \times 1 \text{ m} = 200 \text{ Meter}$  lang. Es stellt sich die Frage, ob diese Mischstrecke nicht zu lang ist, wenn doch Reynoldszahlen von weit über 100.000 vorliegen? Erfolgt die Einmischung dann nicht vielleicht doch schon nach wenigen Metern?

Im nachfolgenden Beispiel soll die Mischung zweier Wässer aus zwei Leitungen in einer Mischstrecke erfolgen, bevor sich die beiden gemischten Wässer wieder in zwei Leitungen und somit in zwei Versorgungszonen aufteilen (Abb. 1). Die Leitungen A und A-B haben eine Länge von ca. 210 m und einen Durchmesser DN 1000, wobei nach 10 m über ein T-Stück die Rohrleitung B mit dem DN 600 einbindet. Durch die Leitung A fließt vor dem T-Stück ein Volumenstrom von  $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $v_m = 0,5 \text{ m/s}$ ), durch die Leitung B ein Volumenstrom von  $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $v_m = 0,25 \text{ m/s}$ ), nach dem Zusammenfluss durch die Leitung A-B somit  $0,47 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $v_m = 0,6 \text{ m/s}$ ). Es lässt sich leicht ausrechnen, dass in allen Rohrteilen voll turbulente Strömungsbedingungen vorherrschen. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass ohne weiteren Strömungsdrall das Wasser näherungsweise in der linken Hälfte zum linken Abzweig C und in der rechten Hälfte zum rechten Abzweig D strömt. Natürlich sind innerhalb der Hälften noch Konzentrationsspitzen möglich, eine weitere Aufgliederung der Ergebnisse wäre möglich.

In Abbildung 2 ist die Volumenstromverteilung des Zuflusses aus Leitung B auf den ersten 50 m nach dem T-Stück dargestellt. Es ist zu erkennen, dass eine Vermischung nicht sofort, aber im Laufe der Mischstrecke kontinuierlich erfolgt. Das Balkendiagramm in Abbildung 3 zeigt den Volumenstrom in der linken und rechten Hälfte der Rohrleitung A-B jeweils nach 10 m Mischstrecke unter stationären Bedingungen. Wenn die beiden Balken jeweils die gleiche Höhe aufweisen, ist die Mischung vollständig. Im Balkendiagramm in Abbildung 4 ist die prozentuale Abweichung der rechten Rohrhälfte von der Volldurchmischung angegeben. Wird eine Abweichung in der Hälfte von beispielsweise

5% toleriert, ist die Mischung nach ca. 85 m erreicht, bei einer Toleranzgrenze von 1% nach ca. 135 m.

## Schlussfolgerung

Die Abschätzung des W 216 wird durch das CFD-Modell bestätigt. Nach einer Länge von 200 DN kann in diesem Beispiel eine vollständige Vermischung erreicht werden. Das CFD-Modell zeigt aber auch, dass die Vermischung bereits früher erreicht werden kann und wie lang die Strecke für eine bestimmte Mischgüte sein muss. In diesem Beispiel wurden keine chemischen Reaktionen berücksichtigt. Dies, wie auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Wassertemperaturen, wäre mit CFD möglich, genauso wie die Berücksichtigung weiterer Einbauten (Krümmer, statische Mischer, Klappen, Abzweige u. ä.), die das Ergebnis verändern würden.

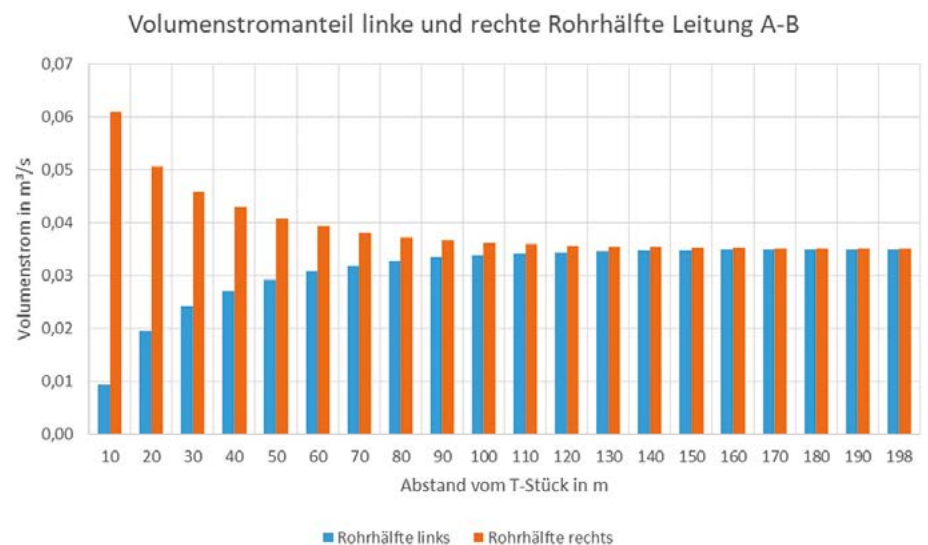


Abb. 3: Volumenstromanteile der linken und rechten Rohrhälfte im Abstand von 10 m in der Leitung A-B

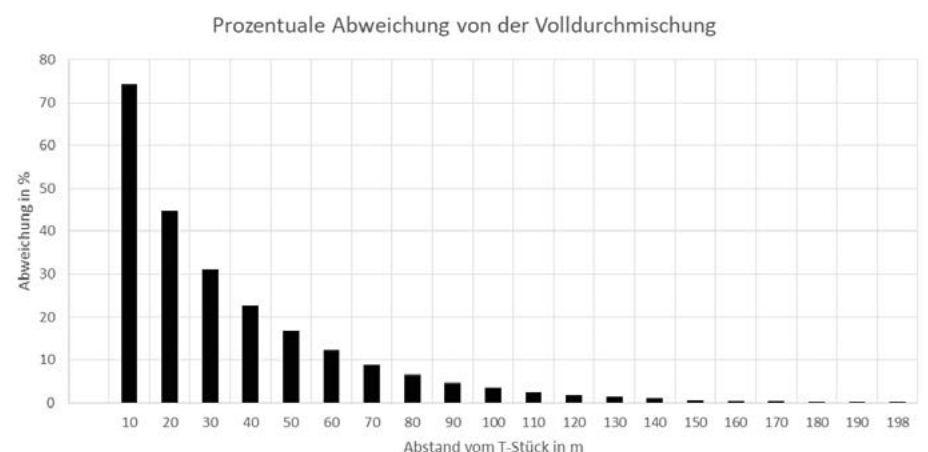


Abb. 4: Abweichung (%) der in Fließrichtung rechten Rohrhälfte von der Volldurchmischung

# Instandhaltungsstrategien für Trinkwassernetze

Maxim Juschak

Das Trinkwassernetz ist die bedeutendste Wertanlage jedes Wasserversorgers und die Instandhaltungsplanung von Trinkwassernetzen aufgrund der überwiegend langen Nutzungsdauern der verlegten Rohrwerkstoffe eine generationenübergreifende Aufgabe. Die Langlebigkeit der technischen Anlagen und die Höhe der Investitionsvolumina liefern dabei neben der Sicherstellung der Versorgungssicherheit die größte Motivation für möglichst zielsichere und nachhaltige Investitionsmaßnahmen. Für eine Rohrnetzbewertung und Nutzungsdauerprognose existieren diverse Methoden und Ansätze, deren Belastbarkeit immer von der Art und Qualität der Netzdaten abhängig ist. Zur Erhöhung der Qualität und Aussagekraft von Eingangsdaten und Präzisierung der Netzbewertung wurde am IWW ein Konzept entwickelt, welches die Erkenntnisse aus über 15 Jahren Rohrbeprobung mit bewährten Konzepten und Modellen kombiniert und in

vielen Fällen auch bei vergleichsweise geringer Datendichte belastbare Ergebnisse liefert. Im nachfolgenden Beitrag wird die zu Grunde liegende Systematik dargelegt und anhand von Praxisbeispielen erläutert.

## Materialtechnische Zustandsbewertung

Eine erste Abschätzung der Nutzungsdauer erdverlegter Rohrleitungen kann grundsätzlich basierend auf Angaben zu sog. Werkstoffgruppen sowie zum Verlegejahr bzw. Alter der Leitungen durchgeführt werden. Hierbei können mittlere technische Nutzungsdauern angesetzt werden, die sich z. B. aus der messtechnischen Erfassung und Bewertung einer großen Zahl an Rohrleitungsproben ergeben. Am IWW wurden hierfür über 400 Proben an vorrangig metallenen Werkstoffen erfasst und ausgewertet. Aufgrund der Altersstruktur und Werkstoffverteilung rücken dabei für

viele Versorgungsunternehmen auch zunehmend Rohrwerkstoffe wie PE, PVC aber auch Faserzement in den Fokus von Zustandsbewertungen mittels Rohrbeprobung.

## Nutzungsdauerprognose mittels Rohrbeprobung

Über statistische Mittelwerte kann zwar eine erste Abschätzung der noch zu erwartenden Restnutzungsdauer je Werkstoffgruppe vorgenommen werden. Die Ergebnisse solcher Betrachtungen sind dabei insbesondere für den jeweiligen Einzelfall relevant, da sie lokal eine sehr hohe Genauigkeit in Bezug auf die verbleibende Restnutzungsdauer bieten. Pauschale Aussagen je Werkstoffgruppe sollten aber aufgrund der teilweise hohen Streuung der Beprobungsergebnisse vermieden werden.

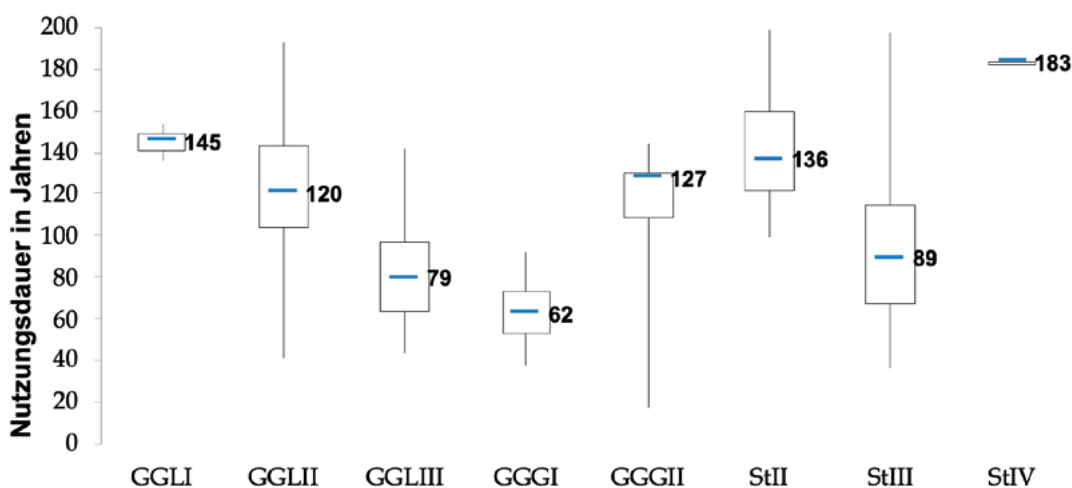


Abb. 1: Statistische Auswertung der IWW-Rohrbeprobung an metallischen Werkstoffen. Darstellung der Mediane und Quartilwerte der Beprobung über ein Boxplotdiagramm. Die Ergebnisse der grau hinterlegten Werkstoffgruppen sind aufgrund einer ausreichend großen Problemengruppe als belastbar einzustufen (Quelle: IWW)

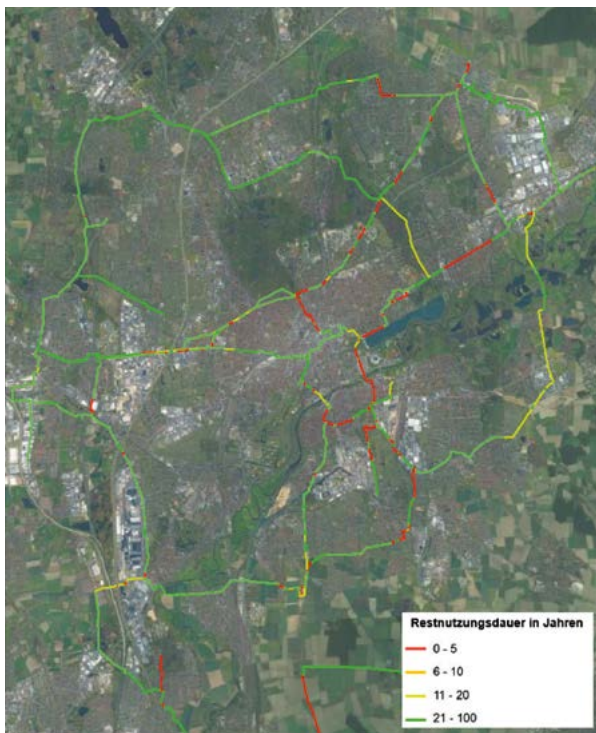


Abb. 2: Georeferenzierte Darstellung der Restnutzungsdauern (RND) für ein deutsches Trinkwassernetz (nur Hauptleitungen) von etwa 150 km Länge. Abfrage der Bewertungsgrundlage über dahinterliegende GIS-Datenbank segmentscharf für jeden 6-Meter-Abschnitt des Netzes möglich (Quelle: IWW)



Abb. 3: Abgleich der Lage von Schadensdaten mit der prognostizierten Restnutzungsdauer (RND) der bewerteten Teilabschnitte (Detailbetrachtung) und den verfügbaren amtlichen Bodenarten. Bei einer korrekten Bewertung müssen zustandsbedingte Schäden deutlich häufiger auf Leitungsabschnitten mit schlechterem prognostizierten Zustand liegen. Ungenauigkeiten zwischen Bewertung und Lage der Schäden sind im urbanen Raum niemals vollständig zu vermeiden. Mögliche Ursachen sind einzel-fallabhängig zu diskutieren (Quelle: IWW; Geologischer Dienst / NRW 2019)

## Prognose von Schadensraten

Das DVGW-Regelwerk empfiehlt eine vorbeugende zustandsorientierte Instandhaltung der Trinkwassernetze und den zugehörigen Aufbau einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie inkl. einer daraus resultierenden Erstellung von Instandhaltungsplanungen. Das Regelwerk bezieht sich hierbei insbesondere auf die Auswertung historischer und daraus ermittelter Schadensdaten. Bei sachgemäßer Auswertung der aufgelaufenen Schadensfälle (ausschließliche Betrachtung der zustandsrelevanten Schäden) und korrektem Bezug zur verlegten Länge der jeweils betrachteten Werkstoffgruppe im Eintrittsjahr des jeweiligen Schadens lassen sich auf diese Weise allgemeine Instandhaltungskonzepte entwickeln.

Die Übertragung dieser Methodik auf Zubringer- oder Transportleitungen ist dabei in der Regel aufgrund der für eine statistische Auswertung zu geringen Anzahl von Schadensereignissen nur sehr eingeschränkt möglich. Zur Verdeutlichung: Für die Einhaltung einer niedrigen Schadensrate an einem etwa 100 km langen Zubringersystem wäre ein Schaden pro Jahr zulässig (0,01 Schäden je Kilometer und Jahr). Die hierdurch zu generierende Datenmenge ist für eine belastbare Schadensratenprognose zu gering.

Nach IWW-Erfahrungen ist die Datengrundlage für eine belastbare Netzbewertung mittels Schadensratenprognose in vielen Fällen unzureichend. Dies kann sowohl mit der beschriebenen mangelnden Quantität aber auch Qualität der erfassten Daten zusammenhängen.

## Zuverlässigkeitsbewertung und Instandhaltungsplanung

Insbesondere zur Bewertung von Trinkwassernetzen mit vergleichsweise dünner Datengrundlage besteht die Möglichkeit einer sog. Zuverlässigkeitsbewertung. Die zu Grunde liegende Systematik wurde am IWW entwickelt und kombiniert dabei GIS-Analysen mit rohrstatischen Berechnungen sowie statistischen Analysen und Materialwissen aus einer stetig zunehmenden Zahl an Rohrbeprobungen. Ziel ist dabei die Prognose der technischen Restnutzungsdauer, welche hochaufgelöst und georeferenziert zur Verfügung gestellt werden kann.

Grundlage hierfür ist die Abbildung des zu bewertenden Netzes aus dem GIS. Dabei werden in einem ersten Schritt vor allem Basisparameter wie Rohrwerkstoff, Verlegejahr und Nennweite und falls vorhanden auch Angaben zu Wandstärken, Korrosionsschutz usw. einer Plausibilitätskontrolle

unterzogen. Unvollständige Datensätze müssen über sinnvolle Annahmen ergänzt werden. Über Sensitivitätsanalysen und Szenariobetrachtungen kann dabei der Einfluss unterschiedlicher Annahmen auf die Restnutzungsdauer der bewerteten Leitungsabschnitte abgeschätzt werden und in die finalen Entscheidungen zur Instandhaltungspriorisierung einfließen.

Alle verfügbaren zustandsrelevanten Informationen werden in das Modell eingefügt. Für eine angemessene Analyse der georeferenzierten Objektdaten erfolgt eine Segmentierung des Leitungsnetzes in funktions- oder belastungsgleiche Einzelabschnitte (i.d.R. sechs Meter lange Abschnitte; angelehnt an die typische Rohrlänge metallischer Leitungen). Herzstück der Modellierung ist eine rohrstatische Berechnung mit einer darauf aufbauenden Zuverlässigkeitsbewertung für jeden dieser Einzelabschnitte. Über die Zuverlässigkeitsbewertung kann die statistische Ausfallwahrscheinlichkeit berechnet, und eine damit einhergehende Prognose der technischen Nutzungsdauer vorgegeben werden. Diese dient als Grundlage der Instandhaltungsplanung zur Priorisierung von Einzelabschnitten in der detaillierten Maßnahmenplanung für die nächsten Jahre.

# Modellierung der Grund- und Rohwasserbeschaffenheit – BMBF Projekt go-CAM (GROW)

Christine Kübeck

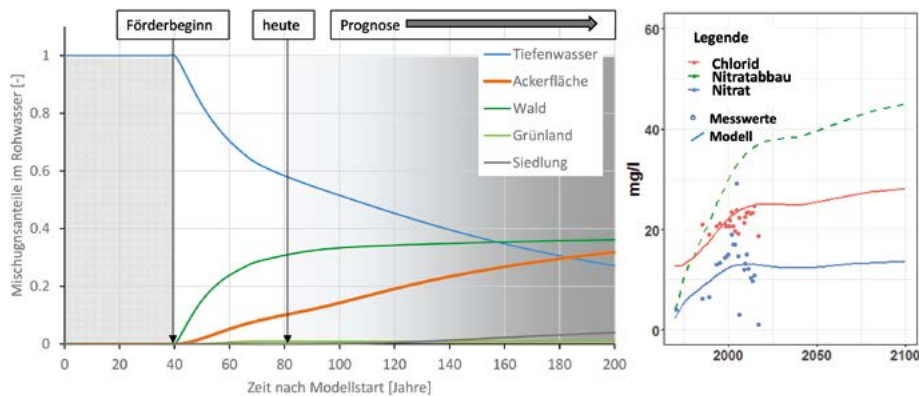


Abb. 1: Links: Zeitliche Entwicklung der Mischungsanteile von Grundwässern mit unterschiedlichem Einfluss im Rohwasser eines Brunnens, Rechts: Zeitliche Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit gemessen (Punkt) und modelliert (Linie)

Oft kann aus der Analyse der Grund- oder Rohwasserbeschaffenheit allein nicht auf die Ursache für das Auftreten von Schad- oder Störstoffen geschlossen werden. Grund hierfür ist meist eine räumliche und zeitliche Überlagerung von Prozessen im Untergrund. Hydrogeochemische Modelle bilden in diesem Zusammenhang ein wichtiges Hilfsmittel zur Untersuchung der Prozesse, die das Vorkommen, die Verteilung und das Verhalten von Stoffen im Sicker- und Grundwasser steuern.

Ein typisches Anwendungsfeld ist die Simulation des Nitratreintrags, der Nitratverlagerung und des Nitratabbaus im Reaktionskontakt mit dem Grundwasserleiter. Entwicklungstrends in der Landwirtschaft und dem Stoffeintrag können im Rahmen einer prognostischen Analyse untersucht werden. Auch kann abgeschätzt werden, wie lang das im Untergrund vorliegende Nitratabbauvermögen unter diesen Bedingungen halten und wann es durch den Verbrauch zu einem Durchbruch von Nitrat am Förderbrunnen kommen wird.

Anders als bei anderen Modellansätzen wird die Grundwasserbeschaffenheit in der hydrogeochemischen Modellierung gekop-

pelt für alle physiko-chemischen Parameter berechnet. So wird auch eine Freisetzung von Metallen wie Eisen, Mangan, Nickel und Uran beim Nitratabbau und in Abhängigkeit von Parametern wie dem pH-Wert und dem Redoxpotential berechnet. Die hydrogeochemische Modellierung dient damit der ganzheitlichen Beantwortung von wasserwirtschaftlichen Fragestellungen wie:

- Welche hydraulischen und hydrochemischen Prozesse beeinflussen die bisher beobachtete Brunnenergiebigkeit und Rohwasserqualität?
- Welche Trends und Entwicklungen zeichnen sich ab und welche Konsequenzen ergeben sich hieraus für die zukünftige Wassergewinnung?
- Können aussagekräftige Informationen gewonnen und/oder durch weitergehende Untersuchungen/Monitoring etabliert werden, um die in Zukunft ablaufenden Prozesse belastbar zu beschreiben?
- Welche Anpassungsmaßnahmen haben welche Auswirkungen auf die Wassergewinnung?

Im Rahmen des BMBF geförderten **go-CAM Projektes** (GROW, [www.bmbf-grow.de](http://www.bmbf-grow.de)) wurde in Kooperation mit dem Oldenburgisch

Ostfriesischen Wasserverband OOWV ein hydrogeochemisches Modell für eine Wassergewinnung in Norddeutschland entwickelt. Ein wesentliches Ziel der Modellierung war es, den Verbrauch des Nitratabbau potentials anhand unterschiedlicher Modellszenarien (u. a. Stoffeintrag) und den Durchbruch von Nitrat im Rohwasser der Brunnen zu prognostizieren. Neben den Nitratkonzentrationen wurden im Modell alle relevanten chemischen Parameter der Grund- und Rohwasserbeschaffenheit berechnet, wodurch weiterführende Fragestellungen wie die Verockerungstendenz in den Brunnen als Ergebnis der Eisenfreisetzung durch den Nitratabbau über Eisensulfid im Untergrund ermittelt werden konnten.

Das hydrogeochemische Modell wurde mit dem Programm PHAST des USGS aufgebaut, welches die Ergebnisse des 3D-Grundwasserströmungsmodells mit dem geochemischen Speziierungsprogramm PHREEQC in einem Zweischritt-Verfahren koppelt. Zur systematischen Analyse der Grund- und Rohwasserbeschaffenheit in den Messstellen, bzw. Förderbrunnen wurde eine automatisierte Auswertung mit dem Programm R entwickelt. Der Modellaufbau ist in zwei Teile untergliedert: das Grundwasserströmungsmodell und die darauf aufsattelnde hydrochemische Modellierung. Im Rahmen der Strömungsmodellierung erfolgte eine Untersuchung der Mischungsanteile unterschiedlicher Grundwässer im Rohwasser. In der Abbildung 1 (links) ist die zeitliche Entwicklung für einen Brunnen beispielhaft dargestellt. Es zeigt sich zu Beginn der Förderung ein starker Einfluss eines alten Grundwassers (Tiefenwasser) mit geringer Mineralisation. Über die Zeit nehmen die Anteile des Grundwassers mit landwirtschaftlichem Einfluss zu. Diese Entwicklung ist v. a. in den tieferen Brunnen noch nicht abgeschlossen, d. h. der Anteil landwirtschaftlich geprägter Grundwässer

wird in den nächsten Jahrzehnten weiter ansteigen. Diese Entwicklung ist auch in der gemessenen Rohwasserbeschaffenheit durch einen Anstieg der Konzentrationen zu beobachten (Abb. 1, rechts).

Darauf aufbauend wird die Grund- und Rohwasserbeschaffenheit in Abhängigkeit vom zeitlich variablen Stoffeintrag (Landnutzung) sowie der Zusammensetzung des Untergrundes berechnet. Erst wenn die berechnete Grund- und Rohwasserbeschaffenheit in den wasserwirtschaftlich relevanten Parametern (u. a. Nitrat, Sulfat, Chlorid, pH-Wert, Eisen, Calcium, Gesamt-CO<sub>2</sub> etc.) hinreichend gut mit den gemessenen Werten übereinstimmt, kann das Modell für eine Berechnung zukünftiger Systemzustände (Prognoseszenarien) genutzt werden.

Am Beispiel eines Förderbrunnens in Abbildung 1 (rechts) werden trotz eines Nitrat-abbau von derzeit ca. 40 mg/l Nitratkonzentrationen bis zu 20 mg/l im Rohwasser gemessen. Grund hierfür ist die räumliche Verteilung des Nitrat-abbau-potentials im Untergrund in einer begrenzten Sedimentschicht zwischen ca. 30 und 50 m uGOK. So zeigt sich in der Abbildung 2 bereits 2020 im Bereich der Brunnen ein Verbrauch des Abbaupotentials. Auch ist im Abstrom landwirtschaftlicher Flächen ein vollständiger Verbrauch und Durchbruch von Nitrat in die tieferen Sedimentschichten zu erkennen.

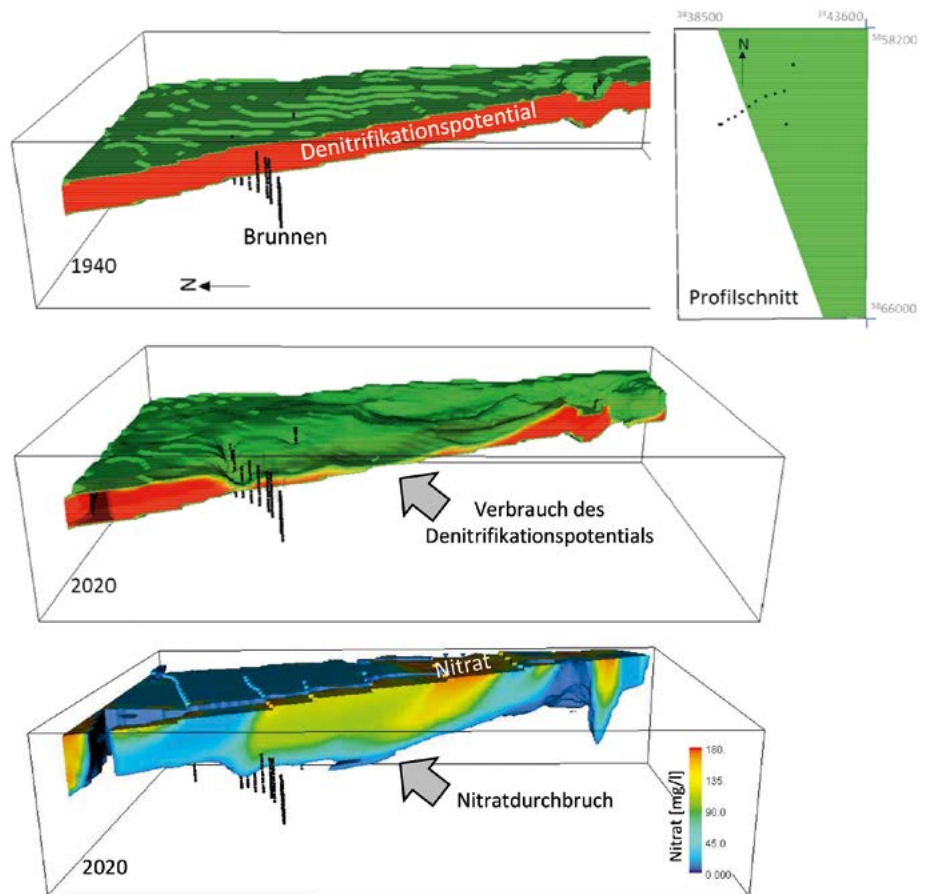


Abb. 2: Verbrauch des Denitrifikationspotentials (Modell 20-fache Überhöhung)

Ein Durchbruch am Brunnen wird jedoch aufgrund der Entfernung erst deutlich später berechnet.

Das Modell stellt damit ein Hilfsmittel zur Untersuchung von Fragestellungen zum Wasserdargebot und der Wasserchemie dar. Mit dem Modell können Umwelteinflüsse

wie der Stoffeintrag aber auch der Klimawandel untersucht und deren Auswirkungen auf das Grundwassersystem quantifiziert werden. Vor diesem Hintergrund bietet die Modellstruktur eine hohe Flexibilität, welche eine schnelle Erweiterung des Modells hinsichtlich weiterführender Untersuchungen ermöglicht.

## Wechsel in den Ruhestand

Zum Ende des Jahres gehen drei IWW-Mitarbeiter in den wohlverdienten Ruhestand, die das IWW seit den Anfängen über Jahrzehnte geprägt haben. Sowohl intern als auch für viele unserer Kunden standen und stehen sie als feste Institution und als Synonym für ihre jeweiligen Fachgebiete.

Wir danken unseren „Ruheständlern“ für den engagierten Einsatz für das IWW und für eine sichere Trinkwasserversorgung, und wünschen für den neuen Lebensabschnitt alles Gute, vor allem Gesundheit und viel Freude an der hinzugewonnenen selbstbestimmten Zeit.



Dr. Dieter Stetter, Bereichsleiter Wassertechnologie, hat seit 1986 bei IWW gearbeitet und sich besonders intensiv mit der Aufbereitung von Grundwässern beschäftigt. Bereits zum 1. Oktober hat er die Leitung des Bereichs an seinen bisherigen Stellvertreter, Dr. Andreas Nahrstedt, übertragen.



Dr. Peter Balsaa, Leiter des Geschäftsfelds Organisch-Chemische Analytik, war seit 1988 bei IWW beschäftigt und ist ausgewiesener Experte für die Analytik organischer Spurenstoffe. Die Geschäftsfeldleitung wird zukünftig durch Dr. Vassil Valkov übernommen.



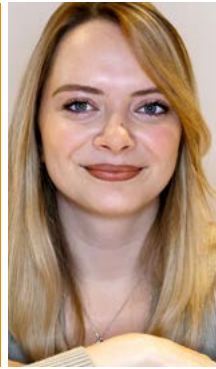
Dr. Reinhard Fohrmann war seit 1991 bei IWW im Bereich Wasserressourcen-Management tätig und hat diesen viele Jahre geleitet, er war unser Experte vor allem für Fragen an der Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft.

## Personalia

Ursula Karges ist seit dem 15. Mai 2021 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Wasserressourcen-Management. Davor war sie im Bereich Forschung und Auftragsanalytik tätig.



Elena Baumeister hat am 01. Juli 2021 ihre Tätigkeit im Büro der Technischen Leitung bei Dr. David Schwesig aufgenommen. Vorher war sie lange im Bereich der Finanzbuchhaltung tätig.



Seit dem 01. Juli 2021 verstärkt Nezeat Atasever das Team in der Finanzbuchhaltung.



Seit dem 01. Juli 2021 unterstützt Mark Pannekens den Bereich der Angewandten Mikrobiologie. Mark Pannekens hat „Water Science“ studiert und war vor seinem Start bei uns als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Uni Duisburg-Essen tätig.

Amela Bronja ist seit dem 01. August 2021 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Team der Organischen Analytik. Sie hat Chemie an der Universität Duisburg-Essen studiert und im vergangenen Jahr ihre Promotion abgeschlossen.



Jonathan Choy hat ein abgeschlossenes Maschinenbaustudium und einen Master in „Management and Technology of Water and Wastewater“. Seit August 2021 verstärkt er den Bereich Wasserökonomie & Management.



Tibor Ridavits unterstützt seit dem 01. September 2021 das Team Wasserressourcen-Management als wissenschaftlicher Mitarbeiter.



Arathy Pillai ist neue Mitarbeiterin im Bereich Wasserökonomie und Management, Geschäftsfeld Softwareentwicklung. Sie hat in Koblenz studiert und verstärkt das Team seit dem 01. September 2021.



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

## Impressum

### Herausgeber

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH  
Moritzstraße 26  
45476 Mülheim an der Ruhr  
Telefon: +49 (0)208-4 03 03-0  
Homepage: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)  
E-Mail: [info@iww-online.de](mailto:info@iww-online.de)  
ISSN 0948-4779

### Bildnachweise

Thomas Gursch, Hartmut Willmitzer  
Adobe Stock: nobeastsofierce,  
Leigh Prather, Bernhard, K.-U. Häßler,  
Ramona Heim, noon@photo

### Verantwortlich

Lothar Schüller, Geschäftsführung

### Redaktion

A. Becker (Bereich Wassernetze),  
U. Borchers (Bereich Wasserqualität),  
A. Hein (Bereich Wasserökonomie & Management), D. Schwesig (technische Leitung), L. Schüller (Geschäftsführung),  
D. Stetter (Bereich Wassertechnologie),  
T. Riedel (Bereich Wasserressourcen-Management), A. Nocker (Bereich Angewandte Mikrobiologie),  
L. Zimmermann (Bereich Kommunikation)  
**Konzeption & Gestaltung**  
heavysign!

Agentur für Werbung und Kommunikation  
Essen

Nachdruck erwünscht, Beleg erbeten.

