

Nachrichten aus dem  
IWW Zentrum Wasser

 **IWW**  
JOURNAL

November 2022 | Ausgabe 57

## Heißer Sommer – Wasser in Veränderung



### *Aktuelle Fachbeiträge*

#### Die Trinkwasserverordnung 2023 – Was wird sie uns Neues bringen?

Am 12. Januar 2023 muss die neue Trinkwasserverordnung 2023 in Kraft treten. Sie löst die bisherige Verordnung ab, die in der Neufassung seit 2001 Bestand hatte, und mehrfach in Details angepasst wurde. Eine ganze Reihe von bekannten Regelungen ...

*Seite 10*

#### Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität im Grundwasser – DVGW Forschungsprojekt „Zukunft Wasser“ KLIWAQ

Das im Februar 2022 gestartete Forschungsprojekt KLIWAQ ist Bestandteil des DVGW Innovationsprogramms „Zukunft Wasser“ im Teilprojekt TP4 ...

*Seite 12*

#### Der Einfluss der Landnutzung und des Klimawandels auf die Grundwasser- neubildung

Eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung erfordert die Kenntnis des gesamten Wasserhaushalts eines Grundwasserleiters. Wir haben die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung ...

*Seite 14*

# Liebe Leserinnen und Leser,

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



im vergangenen Sommer haben uns allen nicht nur die hohen Temperaturen wieder die Schweißperlen auf die Stirn getrieben, sondern auch die große Sorge um die immer stärker spürbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die weltweite Wasserversorgung. Auch wenn wir dieses Thema in den vergangenen Jahren und Heften immer mal wieder behandelt haben, werden wir uns auch in dieser Ausgabe des IWW-Journals damit auseinandersetzen. Dr. Thomas Riedel beschreibt in seinem Beitrag die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung, Dr. Christine Kübeck berichtet aus einem DVGW-Projekt zur

Veränderung der Wasserqualität des Grundwassers und Dr. Ulrich Borchers erläutert in seinem Beitrag den aktuellen Diskussionsstand zum neuen Referentenentwurf der Trinkwasserrichtlinie. Weitere Artikel beschäftigen sich mit unter anderem mit Konzeptstudien für alternative Wasserressourcen und Fallstudien zur Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur an den Klimawandel.

Wie Sie vielleicht bemerkt haben, ist das Layout der ersten Seite dieses Mal in einem kleinen Detail verändert: Die blau-gelbe Farbkombination soll uns im bevorstehenden,

vermutlich sehr herausfordernden Winter auch an die Situation der Zivilbevölkerung in der Ukraine erinnern, der unsere ungeteilte Solidarität gilt.

Viel Spaß beim Lesen wünschen,

*Schwesig* *L. Schüller*  
Dr. David Schwesig Lothar Schüller

## Inhaltsverzeichnis



6 Neues aus dem Förderverein – Der Innovationstag



8 Menschen am IWW – Dr. Jan Funke



9 Konzeptstudien für alternative Wasserressourcen

### Aktuelles & Nachrichten .....

- 3 Ready, Attention, Go!
- 3 „Young Scientist Award“ des Zentrums für Wasser- und Umweltforschung
- 3 Zwei Preisträger:innen beim Mülheim Water Award 2022
- 4 Neue Vorhaben des „DVGW-Zukunftsprogramms Wasser“
- 4 Fallstudien zur Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur an den Klimawandel

- 5 Save the date: IWW Veranstaltungen 2023
- 6 Neues aus dem Förderverein – Der Innovationstag
- 7 5. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar mit über 200 Teilnehmer:innen – ein tolles Event
- 8 Menschen am IWW – Dr. Jan Funke
- 8 Studie über den Status quo der biologischen Nitratentfernung in der zentralen Trinkwasseraufbereitung

- 9 Konzeptstudien für alternative Wasserressourcen

### 10 Fachbeiträge .....

### 16 Personalia .....

## Ready, Attention, Go!

Unser IWW Team hat erneut sehr erfolgreich und mit viel Spaß an der diesjährigen Drachenboot-Regatta vor der schönen Kulisse der Mülheimer Stadthalle teilgenommen. In diesem Jahr war endlich wieder eine große Präsenzveranstaltung mit vielen Teams möglich.

Das Mixed-Team mit insgesamt 24 Mitstreiterinnen und Mitstreitern ist mit sehr guten Vorlaufzeiten im Gottfried-Schultz-Cup der DJK Ruhrwacht gestartet und hat einen unerwarteten Sieg mit einer ganzen Länge Vorsprung im B-Finale eingefahren. Die

Begeisterung im Team war riesig und wir fanden alle: „Läuft bei uns!“

Bei super Spätsommer-Wetter herrschte den ganzen Tag über beste Laune und nach den vier herausfordernden und anstrengenden Rennen des Tages konnte am Abend der Teilnahme-Pokal in Empfang genommen werden. Im nächsten Jahr sind wir wieder dabei und werden das Wasser der



Ruhr erneut zum „Schäumen“ bringen. Wasser ist eben in jeder Hinsicht unser Ding!

*Dr. Ulrich Borchers*

## „Young Scientist Award“ des Zentrums für Wasser- und Umweltforschung



©Universität Duisburg-Essen

Wir gratulieren Herrn Jonathan Choy, IWW-Mitarbeiter im Bereich Wasserökonomie & Management, zur Auszeichnung (2. Platz) seiner wassertechnologischen Masterarbeit. Im Zuge der Erneuerung einer Vollentsalzungsanlage am Mainova-Standort HKW-West in Frankfurt am Main wurde eine Verfahrenskombination aus Ultrafiltration (UF) und Niederdruck-Umkehrosiose (UO) zur Aufbereitung vom Mainwasser in Betracht gezogen. Zwei Ultrafiltrationssysteme mit Out-In Prozess (O-I UF) wurden als Vorreinigungsstufe der UO mit dem originären Zulaufwasser pilotiert. Auf Wunsch des Auftraggebers, der Frankfurter Mainova AG,

wurde darüber hinaus in dieser Masterarbeit ein theoretischer Vergleich der pilotierten O-I UF mit einer zuvor an einem Nebenfluss des Mains pilotierten Ultrafiltration mit In-Out Prozess (I-O UF) durchgeführt, um zeitlichen, finanziellen und technischen Aufwand zu begrenzen. Es wurden von Herrn Choy verschiedene Ansätze verwendet, um die Leistung der I-O UF auf den neuen Standort am Main zu übertragen und die Auslegung einer solchen Stufe in einer Produktionsanlage inklusive ihrer Betriebskosten zu ermitteln.

*Dr.-Ing. Andreas Nahrstedt*

## Zwei Preisträger:innen beim Mülheim Water Award 2022

Bereits zum achten Mal wurde der Mülheim Water Award verliehen. Diesmal sprach sich die Jury für die Prämierung von zwei Projekten aus. Das erste befasste sich mit der Entwicklung eines Moduls zum Recycling von Abwasser vom Händewaschen und Toilette spülen mit dem Ziel einer vollständigen Wiederverwendung. Beim zweiten Projekt handelt es sich um eine digitale Plattform für Stresstests an Wasserverteilungssystemen zum Schutz vor cybertechnischen und physischen Bedrohungen. Die Ehrung der Preisträger:innen erfolgte am 14. September

2022 am Rande des Mülheimer Wasseranalytischen Seminars in Mülheim.

Weitere Informationen unter: [bit.ly/3RZNqyK](https://bit.ly/3RZNqyK)

*Peter Lévai*



Personen auf dem Bild (v.l.n.r.): Andreas Bauer (RWW), Dr. Henning Grotelüschen (RWW), Dionysios Nikolopoulos (Urban Water Management and Hydroinformatics Group), Panagiota Giannakopoulou (Begleitung Nikolopoulos), Michel Riechmann (Eawag), Peter Wiersdörfer (GERSTEL), Marc Buchholz (Stadt Mülheim)

## Neue Vorhaben des „DVGW-Zukunftsprogramms Wasser“

Klimawandel, Schadstoffeinträge und alternde Infrastrukturen stellen Wasserversorger zunehmend vor Herausforderungen. An dieser Stelle informieren wir regelmäßig über ausgewählte Vorhaben des DVGW Zukunftsprogramms Wasser, in dem hierzu zukunftsfähige Strategien und Lösungen entwickelt werden.

### DIGITOOLS-AM (08/2022 bis 01/2023)

Am Markt sind mittlerweile zahlreiche verschiedene Werkzeuge und digitale Tools für

das Asset Management verfügbar, allerdings fehlt vielen Wasserversorgungsunternehmen der Überblick. Auch bestehen hinsichtlich des Einsatzes digitaler Tools Wissensdefizite bezüglich der Potenziale, des praktischen Nutzens, kritischer Erfolgsfaktoren, möglicher Anwendungsfelder sowie technischer Anforderungen und (Sicherheits-) Risiken. Ziel von DIGITOOLS-AM ist es daher, einen strukturierten Überblick zu digitalen Werkzeugen für das Asset Management in den Bereichen Wassergewinnung, -aufbereitung und -versorgung bereitzustellen. Dabei werden

Verfügbarkeit, Verbreitung, Nutzeranforderungen und Nutzungspotenziale der identifizierten Produkte berücksichtigt.

### TRINKCONTROL (11/2022 bis 10/2024)

Eine intelligente, effiziente und reaktionsschnelle

Überwachung der Wasseraufbereitungsprozesse mit Online- und / oder quasi Echtzeit-Messungen gewinnt immer mehr an Bedeutung und wird zum Teil auch durch regulatorische Vorgaben gefordert. Gerade im Zuge des Risikomanagements werden sich vermehrt Anforderungen an die kontinuierliche Prozessüberwachung und schnelle sowie zuverlässige Betriebsanalytik stellen. Das Vorhaben TRINKCONTROL beleuchtet das Thema Online-Monitoring aus wissenschaftlicher wie auch praktischer Sicht von deutschen Wasserversorgungsunternehmen und versucht hilfreiche Empfehlungen für das Betriebspersonal auszuarbeiten. Ein besonderer Fokus wird dabei auf die Methoden der Durchflusszytometrie und ATP-Quantifizierung gelegt.

Weitere Informationen unter:  
[www.dvgw.de/themen/wasser/zukunftsprogramm-wasser](http://www.dvgw.de/themen/wasser/zukunftsprogramm-wasser)

*Kristina Wencki*

## Eine sichere Ressource für uns alle!



## Fallstudien zur Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur an den Klimawandel

Die Wasserwirtschaft steht wie kaum eine andere Branche mit dem hydrologischen Kreislauf in Verbindung. Der Klimawandel und der einhergehende Wandel im Wasserkreislauf führen daher zu erheblichen Risiken für eine sichere Siedlungsentwässerung und Wasserversorgung. Insbesondere die letzten Jahre haben die Risiken einer Überlastung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur in Deutschland und Europa deutlich gemacht. Die Suche nach kostenwirksamen Anpassungsmaßnahmen ist daher eine dringende Aufgabe für die Wasserwirtschaft.

In Kürze wird zu diesem Thema die bereits erfolgreich verteidigte Dissertation von IWW-Mitarbeiter Clemens Strehl veröffentlicht, welche sich mit dem Thema in Fallstudien intensiv beschäftigt hat.

Die Fallstudien umfassten dazu die Entwicklung und Anwendung jeweils individueller Evaluationsmethoden. Diese basierten auf der Kosten-Nutzen-Analyse, der Kosten-Wirkungsanalyse sowie den multikriteriellen Verfahren der Nutzwertanalyse und des ana-

lytischen Hierarchieprozesses. Evaluiert wurden Maßnahmen für den Schutz vor urbanen Sturzfluten in Eindhoven, vor Überschwemmungen in Wuppertal, für die Reduktion von Umweltbelastungen aus Mischkanalsystemen in Bergen sowie zur Vermeidung eines Rohwasserdefizits im Bergischen Land. Die letztgenannte Fallstudie beschäftigte sich ausführlich mit den Risiken der Versorgung aus Talsperren in trockenen Zeiten.

Aus den Fallstudienresultaten wurde ein Management-Schema zur Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur an den Klimawandel generalisiert. Demnach ist es für die Anpassung essenziell, die meteorologische, hydrologische, technische und ökonomische Perspektive in einer integrierenden Evaluationsmethode zu verbinden. Details zu den Fallstudien und dem entwickelten Management-Schema können in Kürze in der veröffentlichten Dissertation nachgelesen werden, erhältlich als Print- und PDF-Version über den Onlineshop der wvgw mbH.

*Dr. Clemens Strehl*



*Der frischgebackene Doktor Clemens Strehl mit seinem Doktorvater Prof. Dr. Andreas Hoffjan*

# SAVE THE DATE

## IWW Veranstaltungen 2023

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

15. Juni 2023 | Mülheim an der Ruhr



### 31. Mülheimer Wassertechnisches Seminar

15.–16. November 2023 | Mannheim



### 5. Trinkwassertagung Metropolregion Rhein Neckar

27.–28. September 2023 | Paderborn



### 6. Westfälische Trinkwassertagung

November 2023 | Mülheim an der Ruhr



### 21. DVGW Forum Wasseraufbereitung

09. Februar 2023 | Hannover

### 5. Hannover Fachtagung

**Sicherheit & Resilienz der Niedersächsischen Wasserversorgung in Zeiten des Klimawandels**

Die langen und heißen Trockenperioden der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass die Auswirkungen des Klimawandels mittlerweile nachhaltig Deutschland erreicht haben. Die durch die Trockenheit induzierte Wasserknappheit stellt viele Regionen erstmalig vor Mengenprobleme, was eine direkte Herausforderung für die Versorgungssicherheit bedeutet.

Welche Anpassungsstrategien zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung sind auf welcher Ebene wichtig?

Die 5. Hannover Fachtagung stellt aktuelles und praxisrelevantes Wissen vor – mit innovativen regionalen und nationalen Ansätzen. Wasserwirtschaftler:innen, Wasserversorger und Forschungsinstitute berichten vom Stand des Wissens und ihren Erfahrungen in der Entwicklung und Anwendung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen.

In einer Reihe von hochkarätigen Vorträgen mit einem einführenden Grußwort des niedersächsischen Umwelt- und Klimaministers Christian Meyer (angefragt) beleuchten die Referent:innen wichtige Teilgebiete wie die Vorrangstellung der Trinkwasserversorgung, Optionen zum Wasserrückhalt und Maßnahmen bei der Wassergewinnung und -verteilung.

Die Fachtagung stellt sich der Diskussion mit den Teilnehmer:innen, um gemeinsame Erfahrungen zum Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels und den Anpassungsmaßnahmen auszutauschen. Das ganztägige wasserbezogene Fachseminar wird gemeinsam vom Wasserverbandstag e. V. und dem IWW Zentrum Wasser in Hannover veranstaltet. Die Veranstaltung richtet sich an die Fachleute der Wasserversorgung und der Siedlungswasserwirtschaft, der Umwelt-, Gesundheits- und Wasserwirtschaftsbehörden aus Bund und Ländern, der Planungsbüros, der Kommunen und der Wissenschaft.

Programm und Anmeldung unter:  
[iww-online.de/hft5](https://www.iww-online.de/hft5)



**Wasserverbandstag e. V.**  
Bremen | Niedersachsen | Sachsen-Anhalt



## Neues aus dem Förderverein – Der Innovationstag

Lang ist er her, der letzte Innovationstag, der zu unserer Freude wieder in Präsenz stattgefunden hat. Am 12. Mai 2022 durften wir in Haltern am See Gäste der Gelsenwasser AG sein und das Wasserwerk besichtigen. Den Vormittag nutzten wir, um uns der Notwendigkeit zur Grundwasseranreicherung infolge der klimatischen Veränderungen zu widmen. Nach regen Diskussionen und spannenden Vorträgen, unter anderem zu sinkenden Grundwasserständen, war der Besuch im Wasserwerk dann sehr praxisbezogen. So stand auch der Nachmittag ganz im Fokus des Klimawandels.

Der Innovationstag 2022 zeigte uns, welche Auswirkungen der Klimawandel bereits heute auf den Wasserkreislauf haben kann. Hitzeperioden wie im Sommer 2022 lassen uns erahnen, dass die zukünftige Wasserwirtschaft stärker denn je von klimatischen Veränderungen geprägt sein wird. Doch welche

Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit können wir heute schon prognostizieren und welche sind noch gar nicht absehbar?

Dieses Thema möchten wir am Innovationstag 2023 aufgreifen. Der Vorstand des Fördervereins lädt alle Mitglieder ein, gemeinsam darüber zu diskutieren mit welchen wasserwirtschaftlichen Herausforderungen in Zukunft zu rechnen ist und wie wir mit unseren Produkten und Dienstleistungen einen Lösungsbeitrag für den Umgang mit diesen Veränderungen leisten können. Hierfür haben wir drei Leitfragen als Gedankenimpuls formuliert:

- Wie schätzen Sie die Resilienz von Wasserinfrastrukturen in Deutschland ein? Wo sehen Sie den größten Handlungsbedarf?
- Führen die Auswirkungen des Klimawandels zu einer Wasserverknappung?

Welche Instrumente können uns beim Management konkurrierender Nutzungsansprüche auf die Wasserressourcen helfen?

- Führen die klimatischen Veränderungen auch zu neuen Qualitätsanforderungen? Mit welchen Auswirkungen auf die Netzinfrastrukturen von der Wasserfassung bis hin zur Wassernutzung ist zu rechnen?

*Wir freuen uns sehr auf einen fachlichen Austausch mit Ihnen zu diesen spannenden Fragen. Wenn Sie Interesse an einem Impulsvortrag oder einen Vorschlag für den kommenden Veranstaltungsort haben, dann melden Sie sich beim Vorstand des Fördervereins: [vorstand.foerderverein@iww-online.de](mailto:vorstand.foerderverein@iww-online.de)*

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

## 5. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar mit über 200 Teilnehmer:innen – ein tolles Event

Das mittlerweile fünfte Mülheimer Wasseranalytische Seminar am 14. und 15. September war ein sehr guter Erfolg. Rund 220 Analytiker:innen diskutierten zwei Tage lang über neueste analytische Themen und Ergebnisse. In diesem Jahr konnte die Tagung in der Stadthalle Mülheim wieder normal ohne Einschränkungen stattfinden, was alle Teilnehmenden sehr freute. Netzwerken und sich von Angesicht zu Angesicht austauschen ist einfach unersetzbar.

Begleitet wurde das mit aktuellsten Themen ausgestattete Vortragsprogramm von einer sehr gut besuchten Fachmesse und einer Posterausstellung. In 16 Vorträgen und den wissenschaftlichen Postern setzte die Konferenz wieder einen Fokus auf die aktuellen Herausforderungen und Ergebnisse der Wasseranalytik, wobei die Themengebiete hochauflösende MS (HR-MS), Perfluorchemikalien (PFAS), molekularbiologische Metho-

den und das DVGW-Projekt QUOVADIS-Lab (Zukunftsprogramm Wasser) besondere Schwerpunkte bildeten.

Im Schwerpunktbereich PFAS wurde die Thematik intensiv aus allen Blickrichtungen diskutiert. Neben den toxikologischen und regulatorischen Aspekten, die von Alexander Eckhardt vom Umweltbundesamt dargestellt wurden, sind insbesondere die analytischen und aufbereitungstechnischen Aspekte und die Betroffenheit der Wasserversorgung intensiv beleuchtet worden. Im Auditorium herrschte Einigkeit, dass die PFAS eine herausragende Rolle im Kontext der neuen TrinkwV 2023 sowie beim Verbraucherschutz einnehmen werden.

Ein von SHIMADZU gestifteter Preis für die besten wissenschaftlichen Poster ging an drei Forschergruppen der Fachhochschule Niederrhein in Krefeld und der Instrumen-



tellen Analytischen Chemie der Universität Duisburg-Essen (IAC Uni DuE) zu gleichen Teilen. Beispielsweise widmete sich der Beitrag der Gruppe um Max Reuschenbach der Entwicklung eines Datenqualitäts-Scores für die Charakterisierung der Verlässlichkeit von Ergebnissen der Non-Target-Analytik. Digitalisierung und Data Science gewinnen erfreulicherweise immer mehr an Bedeutung, was hier durch die Jury gewürdigt wurde.

*Falls Sie an den Vorträgen interessiert sind, wenden Sie sich an unser Tagungsteam unter: [mwas@iww-online.de](mailto:mwas@iww-online.de)*

*Dr. Ulrich Borchers*



## Menschen am IWW – Dr. Jan Funke

Jan Funke ist seit sechs Jahren als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Wasserqualität-Organische Analytik am IWW Zentrum Wasser in Mülheim tätig. Kürzlich hat er promoviert. Seine Doktorarbeit trägt den Titel "Purine- and pyrimidine-containing pharmaceuticals in the urban water cycle – Parent compounds, Transformation Products and metabolites."

**Jan, Glückwunsch zum Dokortitel!  
Was verbirgt sich hinter deiner Arbeit?**

Vielen Dank für die Glückwünsche! In meiner Arbeit habe ich purin- und pyrimidinhaltige Arzneistoffe auf ihr Vorkommen im urbanen Wasserkreislauf und auf die Bildung ihrer Transformationsprodukte (TP) in der konventionellen biologischen Abwasserreinigung sowie einer weitergehenden oxidativen Behandlung mit Ozon untersucht. Ich konnte zeigen, dass Humanmetaboliten und TPs dieser Arzneistoffe deutlich häufiger als ihre Muttersubstanzen in wässrigen Matrices und bei

ungeeigneten Aufbereitungsverfahren sogar im Trinkwasser gefunden werden. Die Ozonung führte aber sowohl zu einer Reduktion der Muttersubstanzen als auch der Transformationsprodukte. Weitergehende Aufbereitungsprozesse minimieren also den anthropogenen Einfluss auf den Wasserkreislauf.

**Kannst du die gewonnenen Erkenntnisse in deiner täglichen Arbeit am IWW anwenden?**

Meine erlernten Fähigkeiten und Erkenntnisse konnte ich direkt anwenden. Sei es bei der analytischen Methodenentwicklung oder auch beim Troubleshooting und der Wartung der analytischen Messsysteme. Weiterhin spielt das Oxypurinol, ein Humanmetabolit den ich in meiner Arbeit als Spurenstoff identifiziert habe, eine große Rolle, da es bei einigen Auftraggebern eine Relevanz im Rahmen der Trinkwassergewinnung besitzt.

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

Am besten gefällt mir die Vielseitigkeit der Arbeit, sowohl im eigenen Geschäftsfeld mit unterschiedlichen Methoden zu arbeiten, als auch die Einblicke in andere Geschäftsfelder des IWW. So ist es möglich, verschiedene Puzzleteile der Wasserforschung zusammenzusetzen.

*Das Interview führte Lisa Zimmermann*



## Studie über den Status quo der biologischen Nitratentfernung in der zentralen Trinkwasseraufbereitung

Im Rahmen einer von E.ON finanzierten Studie zum Status quo der biologischen Nitratentfernung (sog. Denitrifikation) in der zentralen Trinkwasseraufbereitung hat IWW sämtliche großtechnische Verfahrensoptionen zur Denitrifikation eruiert, die bis dato weltweit zur Trinkwasserproduktion eingesetzt werden bzw. wurden. Für eine möglichst lückenlose Erfassung aller Denitrifikationsanlagen im Trinkwassersektor wurden neben bekannten Anlagen weitere großtechnische Anlagen über umfangreiche Recherchearbeiten ermittelt und die relevantesten Anlagen-

betreiber kontaktiert und detailliert interviewt. Im Mittelpunkt der Befragungen standen in erster Linie verfahrenstechnische Aspekte inkl. der Prozessstabilität, wobei ein besonderer Schwerpunkt der Interviews auf die spezifischen Betriebserfahrungen des Betreiber- bzw. Wasserwerkpersonals ausgerichtet war.

Auf Basis der erhobenen Daten und weiterer berechneter Parameter wie der Raumabbauleistung, der maximalen Nitrat-Zulaufkonzentration, des Nitrat-Abbaugrads sowie

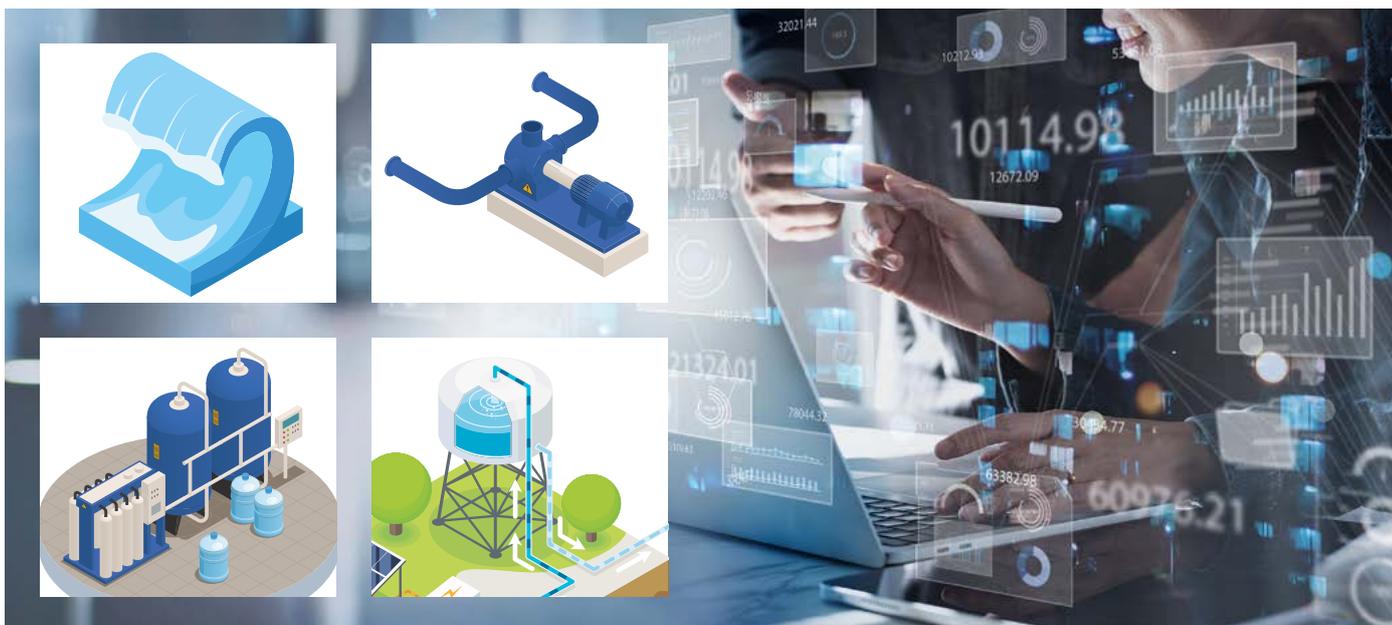
des Energiebedarfs wurden die weltweit realisierten Denitrifikationsanlagentypen vergleichend bewertet und die Verfahren, die den Stand der Technik definieren, hervorgehoben. Abschließend erfolgte eine Gegenüberstellung der biologischen Verfahren mit den ebenfalls für die Nitratentfernung aus Trinkwasser infrage kommenden alternativen Separationsverfahren Ionenaustausch, Umkehrosmose und Elektrodialyse, die im Gegensatz zu der Denitrifikation aber eine geringere Wasserausbeute aufweisen und zudem keinen ganzheitlichen Lösungsansatz anbieten, da das durch die Separationsverfahren zurückgehaltene Nitrat in einem zu entsorgenden Abwasserstrom aufkonzentriert wird.



Denitrifikationsreaktor (links) und Blähton (rechts) als Trägermaterial für die sessilen Mikroorganismen

*Ansprechpartner im IWW ist  
Dr.-Ing. Marc Tuczinski  
(m.tuczinski@iww-online.de)*

*Dr.-Ing. Marc Tuczinski*



## Konzeptstudien für alternative Wasserressourcen

Keine Frage, der Bedarf an Trink- und auch Brauchwasser nimmt im Kontext der häufigeren und zeitlich länger anhaltenden Hitze- und Trockenperioden stetig zu. In immer mehr Regionen stößt die nachhaltige Nutzung des vorhandenen Dargebots klassischer Rohwasserressourcen an Grenzen oder das Dargebot nimmt sogar ab. Diese Entwicklungen stellen bereits heute einige Wasserversorger vor erhebliche Belastungsprobleme. Auf der Suche nach Abhilfe bzw. langfristigen und nachhaltigen Perspektiven geraten daher mehr und mehr Rohwasserressourcen in den Fokus, die infolge ihrer natürlichen Beschaffenheit oder ihrer anthropogenen Beeinflussung als aufbereitungstechnisch schwierig einzustufen sind. Zu nennen sind Gewinnungen aus der fließenden Welle von Flüssen, Schifffahrtskanälen, Stauseen ohne Schutzzonen sowie aus Grundwässern mit höheren Konzentrationen an Nitrat, Sulfat, DOC (Färbung) sowie sehr spezifischen anorganischen oder organischen Spurenstoffen.

Das IWW befasst sich daher aktuell mit zahlreichen Konzeptstudien, in denen für Rohwasserressourcen mit beeinträchtigter Wasserbeschaffenheit ermittelt wird:

- welche Trends für Dargebotsmenge, Qualität einer Ressource und multi-sektoralen Wasserbedarf zu prognostizieren sind,
- welchen Gefährdungspotenzialen die Ressource durch ihr Einzugsgebiet unter-

liegt und mittels welcher gezielter Maßnahmen diese minimiert werden können,

- welche Infrastruktur in Form von Pumpen, Rohrleitungen, Speichern im Kontext des aktuellen Bestandes zusätzlich aufzubauen wäre, um aus der Gewinnung eine Aufbereitung und von hier ein Verteilungsnetz speisen zu können,
- welche Verfahren und deren Kombinationsvarianten eine stabile Aufbereitung mit Zukunftsperspektive ermöglichen,
- welche zusätzlichen Aufbereitungsziele aus der Mischbarkeit mit anderen Trinkwässern im Netz erwachsen,
- welche Maßnahmen notwendig sind um bei Oberflächenwasserressourcen die Trinkwassertemperatur zu limitieren,
- welche aufbereitungstechnischen Maßnahmen für qualitative Notfälle vulnerabler Ressourcen einzuplanen sind, für deren Aktivierung ein auf das Einzugsgebiet individuell zugeschnittener Monitoring- und Alarmplan zu erstellen ist,
- welcher Bedarf an Energie und Betriebsstoffen aus den Varianten erwächst und welcher Carbon-Footprint damit verbunden ist,

- wie hoch die in Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros ermittelten Investitionskosten ausfallen und wie die Wirtschaftlichkeit aller abgeleiteten Varianten im Kontext ihrer Nutzwerte zu bewerten ist.

Eine weitere Abhilfestrategie besteht in einem gezielten Lastabwurf für den Trinkwasserbedarf, indem Wasserversorgungsunternehmen mit Großverbrauchern Konzepte zur Wiederverwendung von betrieblichem Abwasser oder von kommunalem Kläranlagenablauf entwickeln, um Trinkwasser durch ein bedarfsgerecht aufbereitetes Brauchwasser nachhaltig zu ersetzen.

Aufbereitungstechnisch bieten insbesondere Entwicklungen auf dem Gebiet der Membranverfahren und auch deren Verschaltung zu Hybridprozessen stetig neue Optionen, um derartige Ziele effektiver und kostengünstiger zu erreichen. Fallen innovative Verfahren unter die Vorzugsvarianten einer Konzeptstudie, sollten deren maßgeschneiderte Auslegungsgrundlagen unter den Optimierungsstrategien eines Pilotbetriebs ermittelt werden. Diese führen zur Schärfung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und stellen zusammen mit den pilottechnischen Betriebserfahrungen eine belastbare Entscheidungsgrundlage für eine Großtechnik dar.

*Dr. Andreas Nahrstedt*

# Die Trinkwasserverordnung 2023 – Was wird sie uns Neues bringen?

Dr. Ulrich Borchers

Am 12. Januar 2023 muss die neue Trinkwasserverordnung 2023 in Kraft treten. Sie löst die bisherige Verordnung ab, die in der Neufassung seit 2001 Bestand hatte, und mehrfach in Details angepasst wurde. Eine ganze Reihe von bekannten Regelungen findet sich an neuer Stelle wieder, aber die Neuausgabe bringt auch große und zum Teil aufwändige Neuerungen mit sich, wobei das verpflichtende Risikomanagement wohl die markanteste und bedeutendste ist

Der Referentenentwurf der neuen Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2023) ist erst Ende Juli veröffentlicht worden und erlaubt nun einen ersten Einblick in die gesetzlichen Regelungen, die im Januar 2023 in Kraft treten sollen. Am sehr hohen Qualitätsstandard des Trinkwassers in Deutschland sowie der tiefen Verankerung des Regelwerks wird auch in der neuen Fassung nicht gerüttelt. Auffällig ist jedoch, dass von der reinen Qualitätsausrichtung der bisherigen Verordnungen auf einen managementorientierten Ansatz übergegangen wird.

Aspekte wie der Zugang zu Trinkwasser für jeden, Risikomanagement von der Quelle bis zum Zapfhahn, Ursachenforschung bei Problemen, Wasserverlust-Analysen und detaillierten Informations- sowie Beratungspflichten für die Verbraucher:innen sind an dieser Stelle neu.

Es wird sicher eine Zeit dauern, bis die Fülle an Details und Regelungen von den Wasserversorgern und Behörden verinnerlicht werden können (jetzt 73 Paragraphen statt bisher 25), obwohl der Gesetzgeber eine klarere Struktur, kürzere Paragraphen und leichtere Verständlichkeit des Textes versprochen hat.

Mit der TrinkwV 2023 wird ein risikobasierter Ansatz für die Einzugsgebiete, Versorgungssysteme und Hausinstallationen verpflichtend eingeführt, wobei die Mitgliedstaaten für die Konzepte in den Einzugsgebieten und Hausinstallationen zuständig sind und die Wasserversorger in ihrem Versorgungssystem. Ein großer Aufwand ist in dem Kontext auf allen beteiligten Seiten wohl unvermeidlich, wenngleich sicher nützlich. Es ist zu hoffen, dass das Know-How zum Risikomanagement durch Schulungen und Fortbildungen schnell zunehmen wird, wobei auch bei den Gesundheitsämtern das Wissen aufgebaut werden muss, weil sie die Konzepte und Systeme der Versorger prüfen und genehmigen müssen. Das Risikomanagement in der Wasserversorgung über das gesamte System hinweg wird die Sicherheit für Verbraucher:innen am Ende weiter erhöhen und ist daher zu begrüßen. Starre Überwachungspflichten werden durch sinnvollere und angepasste Lösungen abgelöst und es wird eine Fokussierung auf die lokalen und situationsbedingten Anforderungen und Risiken geben. Das Risikomanagement ist mit verschiedenen Übergangsfristen von Juli 2027 bis Januar 2030 umzusetzen. Bei den großen Wasserversorgern ist das Stichtdatum der Januar 2029.

Bei den Überwachungsparametern gibt es auch eine ganze Reihe von Neuerungen und Änderungen. Zum Teil wurden Grenzwerte gesenkt, was im Falle von Arsen (zukünftig 4 µg/l) bei entsprechenden Tiefenwässern zu Problemen führen kann. Die gravierendste Neuerung betrifft jedoch die perfluorierten Spurenstoffe (PFAS). Die PFAS stellen sowohl für die Analytik als auch für die Wasseraufbereitung eine große Herausforderung dar. Sie sind wegen der ubiquitären Verbreitung der Stoffgruppe in der aquatischen Umwelt sowie der zum Teil hohen toxikologischen Relevanz von besonderer Bedeutung (PFAS im Trinkwasser, Borchers et al.). Es wird in Deutschland die beiden folgenden Grenzwerte geben:



1. Summe der PFAS-20 = 0,10 µg/l für die Summe von 20 explizit genannten Stoffen
2. Summe der PFAS-4 = 0,02 µg/l für die Summe von 4 besonders bedenklichen Stoffen

Der Grenzwert für die sogenannten PFAS-4, die von der Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA als besonders toxisch bewertet werden, ist ein gesundheitlich bedingter, nationaler Grenzwert, den andere Mitgliedstaaten nicht einführen werden. Es wird sogar über ein Stufenkonzept zu noch niedrigeren Grenzwerten diskutiert.

Rein praktisch bleibt die Struktur der Anlagen der TrinkwV mit den Grenzwertlisten (Anlage 1 bis 4) weitgehend gleich (außer: Aufnahme neuer Parameter und Änderung von Grenzwerten). Ebenso bleibt die Berechnung der Häufigkeit der erforderlichen Untersuchungen gemäß der Tabelle in Anlage 6 (früher Anlage 4c) gleich.

Solange also kein Risikomanagementsystem eingeführt ist, bleiben die „starrten Untersuchungslisten“ und Probenahmepläne und damit der Untersuchungsaufwand gleich. Ratsam ist, die neuen Parameter bereits frühzeitig zu analysieren, weil nach den Übergangsfristen die Grenzwerte bereits einzuhalten sind. Ohne Wissen über die Situation könnten keine Maßnahmen in Angriff genommen werden.

Die bisher in § 15 der jetzigen TrinkwV untergebrachten Anforderungen an die Laboratorien und die Qualität der Analytik

wird in eine eigene Verordnung ausgelagert, die unter dem Arbeitstitel „Trinkwasseruntersuchungsstellen-Verordnung“ (TUV) läuft. Hierzu gibt es noch keinen Entwurf und es muss mit einer Übergangsfrist gerechnet werden, da eine Herausgabe der Verordnung zum Januar 2023 unwahrscheinlich ist.

### Fazit

Zusammenfassend kann man sagen: Die relevanteste Herausforderung ist die verpflichtende, breite Einführung des Risikomanagements. Damit ist viel Bedarf an neuem Wissen und auch viel Arbeit verbunden. Auch die Gesundheitsämter stehen dabei vor einer Herkulesaufgabe. Daneben dürften die PFAS für eine gewisse Zahl an Wasserversorgern (im einstelligen Prozentbereich) eine Herausforderung darstellen, weil im Falle einer Belastung die notwendig werdende Aufbereitung komplex und kostenintensiv ist.

## Veranstaltungen zusammen mit dem DVGW

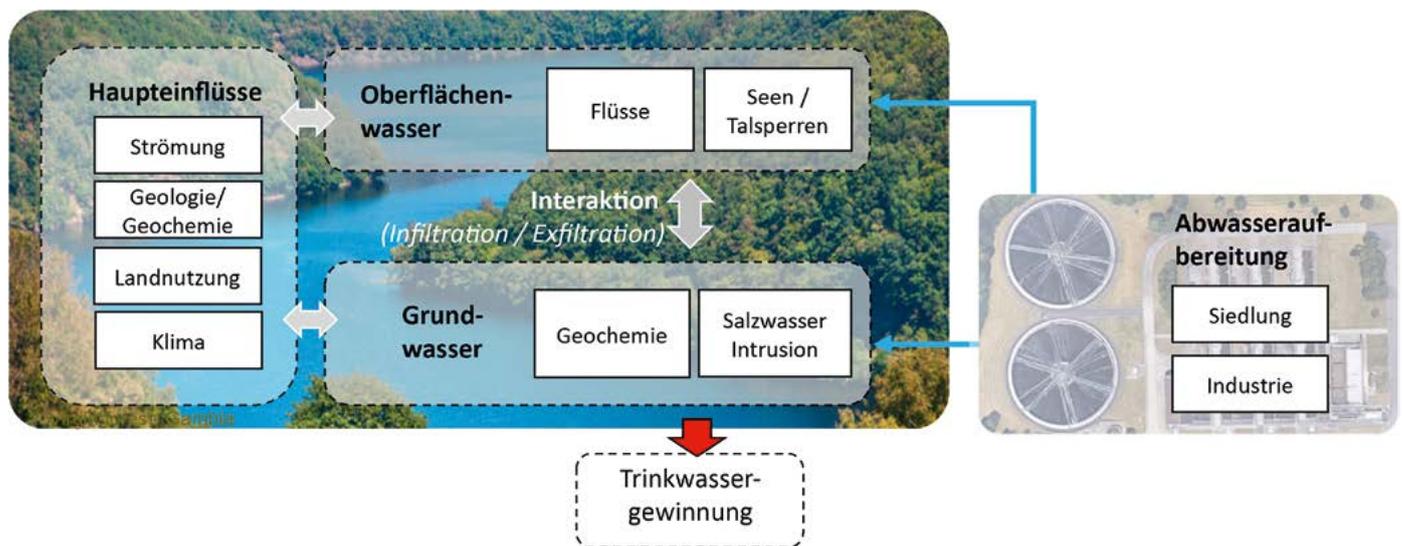
Das IWW wird zusammen mit dem DVGW in Kürze ein Veranstaltungsprogramm mit interessanten Tagungen, Kolloquien und Schulungen ankündigen. Nähere Informationen dazu finden Sie bald auf unserer Veranstaltungsseite:

[iww-online.de/veranstaltungen](http://iww-online.de/veranstaltungen)



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität im Grundwasser – DVGW Forschungsprojekt „Zukunft Wasser“ KLIWAQ

Dr. Christine Kübeck, Louisa Hain & Merle Käberich



Das im Februar 2022 gestartete Forschungsprojekt KLIWAQ ist Bestandteil des DVGW Innovationsprogramms „Zukunft Wasser“ im Teilprojekt TP4 „Sicherstellung der Wasserbeschaffenheit“. In Zusammenarbeit zwischen IWW und TZW erfolgt in dem Forschungsprojekt erstmals eine grundlegende Darstellung und Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Qualität von Wasserressourcen. Konkret sollen im Projekt Änderungen der physikalisch-chemischen und mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit durch klimatische Veränderungen analysiert und hinsichtlich möglicher Risiken für die Wasserwirtschaft bewertet werden. Weiterführend soll diskutiert werden, welche Maßnahmen zum Ressourcenschutz getroffen werden müssen oder ggf. bereits umgesetzt wurden.

Derzeit werden die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt noch immer vorwiegend nur auf die Wassermengen (Quantität) bezogen. Klimatische Veränderungen können jedoch auch direkt oder indirekt Einfluss auf die Wasserqualität

aufweisen. So beeinflusst beispielsweise die Lufttemperatur direkt die Wassertemperaturen in den Oberflächengewässern, während indirekt die Löslichkeit von Gasen wie Sauerstoff oder aber die mikrobiologischen Abbauprozesse wiederum durch die Wassertemperatur beeinflusst werden. Aber auch Anpassungsstrategien an den Klimawandel v. a. in der Landwirtschaft, wie die Beregnung von Kulturen, haben indirekt Einfluss auf die Wasserqualität im Grundwasserleiter. Indirekte Auswirkungen sind damit einerseits deutlich schwieriger zu erkennen und dem Klimawandel zuzuordnen. Andererseits ist die Möglichkeit zur Beobachtung und Messung von Veränderungen der Beschaffenheit von Wasserressourcen maßgeblich für die Analyse (Abb. 1).

Während für Oberflächengewässer i. d. R. eine flächenhafte Beobachtung möglich ist, ist die Zugänglichkeit für Beobachtungen und Messungen im Grundwasserleiter stark limitiert, da lediglich über Messstellen oder Brunnen räumlich und zeitlich diskrete Informationen gesammelt werden können. Eine flächenhafte

Untersuchung ist generell nicht möglich. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus den z. T. langen Verweil- und Fließzeiten im Untergrund. So werden u. U. Einträge, die heute über den Boden in das Grundwasser erfolgen, erst in Jahren bis Jahrzehnten an der Messstelle erfasst. Diese Diskrepanz zwischen den aktuell ablaufenden Prozessen an der Erdoberfläche und den Beobachtungen in den Messstellen stellt insbesondere für Grundwassersysteme ein unwägbares Problem dar, da viele Auswirkungen des Klimawandels möglicherweise noch gar nicht in den Messstellen messbar sind. Eine Besonderheit bilden hierbei die Festgesteinsgrundwasserleiter, welche in Abhängigkeit von den ausgebildeten Wegsamkeiten – den Klüften oder Verkarstungen – oft hohe Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers und damit oft eine relativ schnelle Reaktion auf klimatische Veränderungen zeigen.

Insbesondere die Darstellung von Einflüssen auf die Grundwasserqualität durch den Klimawandel ist damit sehr schwierig. In Zusammenarbeit mit dem geographischen

Institut der Universität Köln erfolgt im Rahmen des Forschungsprojektes eine Masterarbeit, in der mittels einer umfassenden Literaturrecherche die bisher bekannten Prozesse im Grundwasser analysiert werden sollen. Die Masterarbeit wird durch Prof. Dr. Christina Bogner betreut. Erste Ergebnisse der Arbeit werden im Folgenden vorgestellt und bilden die Grundlage für das DVGW Forschungsprojekt.

## Auswirkungen eines Temperaturanstiegs auf das Grundwasser

Aus den ausgewerteten Studien zeigt sich, dass auch oberflächennahes Grundwasser bei hohen Lufttemperaturen signifikant erwärmt wird, wenn auch nicht so stark wie Oberflächengewässer und mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Da dies einerseits durch Infiltration von warmem Wasser und andererseits durch Wärmediffusion verursacht werden kann, sind lokale Faktoren wie Bodentyp, Porosität, Bodenfeuchte oder Landnutzung entscheidend dafür, wie stark der jeweilige Grundwasserleiter von Lufttemperaturerhöhungen bereits betroffen ist.

Eine Erwärmung des Grundwasserleiters kann wiederum zu einer Intensivierung der biotischen Stoffwechselprozesse führen, was eine Beschleunigung der Abbauprozesse und damit eine Verringerung des Sauerstoffs und eine veränderte chemische Zusammensetzung des Grundwassers zur Folge hat. Ein Zusammenhang zwischen Temperatur, Sauerstoffkonzentration und pH-Wert wurde in der statistischen Auswertung von Riedel (2019) für Baden-Württemberg gezeigt. Es scheint, dass insbesondere die Sauerstoffsättigung eine entscheidende Rolle spielt, da oxidierende oder reduzierende Bedingungen die chemischen Prozesse im Boden und in der grundwasserführenden Schicht maßgeblich

beeinflussen. Reduzierende Bedingungen können zur Freisetzung von trinkwasserrelevanten Metallen, wie Eisen oder Mangan, führen.

## Niederschlagsbedingte Auswirkungen auf das Grundwasser

In einer Vielzahl an Studien zeigte sich, dass gerade die Kombination von trockenen Böden und starken Regenfällen zu einem deutlich messbaren Anstieg der Konzentrationen von Schadstoffen (u. a. Nitrat) sowie u. U. auch Krankheitserregern wie *Escherichia coli* im Grundwasser führen kann. Ist der Boden so stark ausgetrocknet, dass sich Trockenrisse bilden, kann es durch die Bildung von präferentiellem Fluss und der damit verbundenen unzureichenden Filterkapazität zu einem direkten und schnelleren Eintrag in das Grundwasser kommen. Erhöhte Temperaturen in Verbindung mit starker Trockenheit können damit zu einer Verminderung der Filterfunktion des Bodens führen.

## Grundwasserspiegelschwankungen

Derzeit ist nicht genau bekannt, inwiefern sich eine verstärkte Saisonalität der Grundwasserneubildung auf die Zusammensetzung des Grundwassers auswirken wird. Sollte es zudem zu einem Rückgang der Sommerniederschläge kommen – hier variieren die Prognosemodelle stark und es gibt große regionale Unterschiede – dann würde dies zu großflächigen Grundwasserabsenkungen in den jeweiligen Gebieten führen. Die daraus resultierende Belüftung des Bodens könnte insbesondere in reduzierten Böden (u. a. Gley) zu einer Oxidation reduktiver Bodenbestandteile führen. Insbesondere in pyrithaltigen Sedimenten ist dieser Prozess nicht zu unterschätzen. Bisherige Studien zur

Pyritoxidation haben sich auf Grundwasserabsenkungen durch die Wasserentnahmen bezogen. Hierbei zeigten sich v. a. extrem hohe Sulfatkonzentrationen deutlich über dem Trinkwassergrenzwert von 250 mg/l und eine relevante Mobilisierung von Metallen wie Eisen, Mangan aber auch vermehrt Nickel. Letztlich könnte der Klimawandel zu vergleichbaren Prozessen führen.

## Fazit und Ausblick

Bei der Literaturrecherche hat sich gezeigt, dass es nach wie vor nur wenige Studien gibt, die sich speziell mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserqualität beschäftigen. Darüber hinaus stellen viele der Studien zahlreiche Hypothesen und Annahmen über mögliche Auswirkungen auf, die jedoch nicht durch Messungen oder Experimente untermauert werden und oft spekulativer Natur sind. Nur wenige Studien haben präzise Experimente oder regionale Fallstudien zu ausgewählten Aspekten durchgeführt, andere haben, ähnlich wie in diesem Review, versucht, den aktuellen Wissensstand darzustellen und wieder andere Publikationen beschäftigen sich mit Prozessen, die auf den Klimawandel übertragen werden können. So wird beispielsweise die Belüftung des Grundwasserleiters im Zusammenhang mit der Absenkung des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahmen beschrieben. Grundwasserabsenkungen können jedoch auch lokal als Folge des Klimawandels auftreten und ähnliche Prozesse verursachen.

Zur Bewertung des Einflusses klimatischer Veränderungen auf die Grundwasserqualität ist es daher wichtig, die Daten des derzeitigen Überwachungsnetzes systematisch auszuwerten und weiterführende Überwachungen und Experimente durchzuführen, die mehr Informationen zu den Prozessen im Grundwasserleiter geben können.

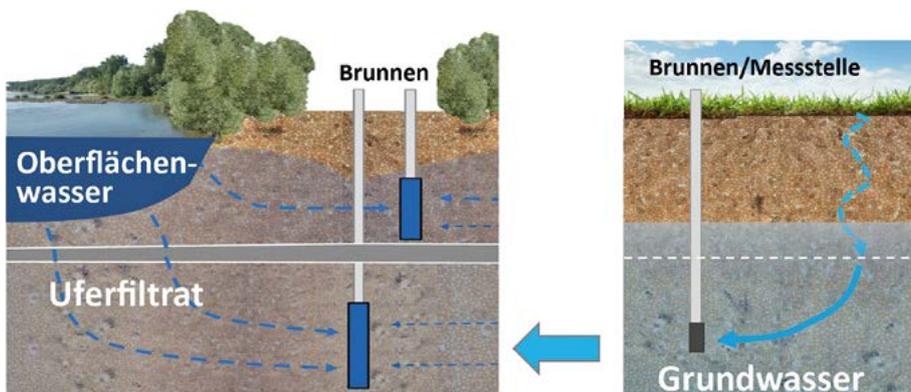


Abb. 1: Schematische Darstellung der Beobachtungsmöglichkeit und Reaktionszeiträume für die Wasserressourcen Oberflächenwasser, Uferfiltrat und Grundwasser

# Der Einfluss der Landnutzung und des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung

Dr. Thomas Riedel, Tobias KD Weber & Dr. Axel Bergmann

Eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung erfordert die Kenntnis des gesamten Wasserhaushalts eines Grundwasserleiters. Wir haben die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung in einem Trinkwasserschutzgebiet in Westdeutschland mittels eines Bodenwasserhaushaltsmodells (HYDRUS-1D) untersucht. Im Einzugsgebiet der Brunnen dominiert die Landwirtschaft, gefolgt von Wohngebieten und Ackerland (Abb. 1). Mais nimmt während der Vegetationsperiode etwa die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein. Die Bebauungsdichte in den Wohngebieten ist gering, etwa 36 % der Flächen sind begrünt (meist Rasen). Die häufigste Baumart in den bewaldeten Teilen des Untersuchungsgebiets ist die Buche. Sieben Bohrkerne wurden mit einem Handbohrgerät entnommen und anhand des Bodenmaterials die hydraulischen Eigenschaften bestimmt. Diese wurden für die Modellierung des Bodenwasserhaushalts verwendet, angetrieben von den Ergebnissen der regionalen Klimamodelle, die zum Kernensemble des Deutschen Wetterdienstes gehören.

Für die Simulation von Mais wurden die verschiedenen Wachstumsphasen der Pflanze (sowohl oberirdisch als auch das Wurzelwerk) berücksichtigt, die von der Temperatur abhängen. Einige der Maisfelder im Einzugsgebiet werden bewässert. Ob die Bewässerung bei der Bildung von Sickerwasser eine Rolle spielt, wurde daher in einem alternativen Modellsatz untersucht.

Die Waldgebiete im Einzugsgebiet wurden im Modell durch die Buche repräsentiert. Der Blattaustrieb im Frühjahr sowie der Blattfall im Herbst orientieren sich an den phänologischen Beobachtungen in der Region. Es wird angenommen, dass sich durch die steigenden CO<sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre die Blattflächen in Zukunft

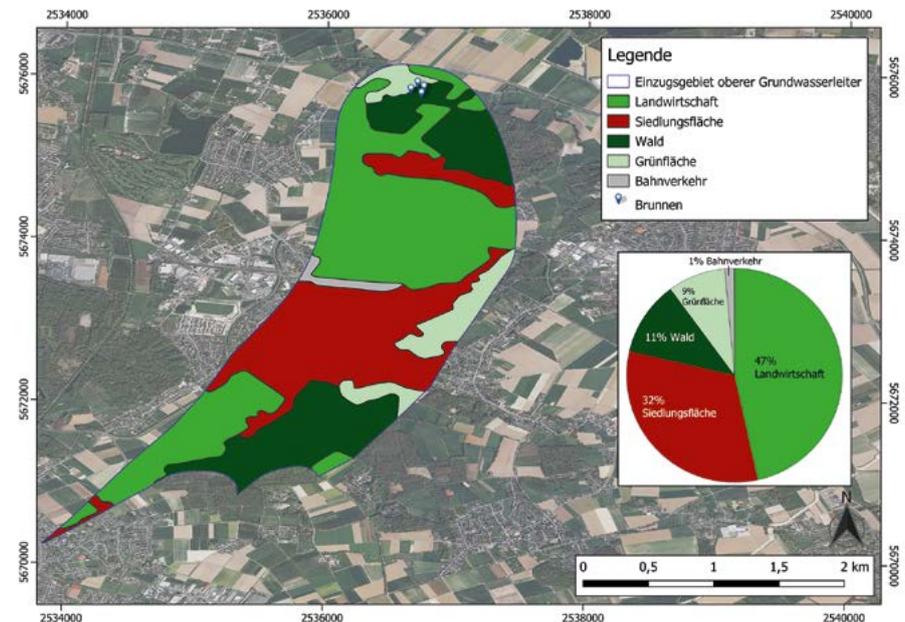


Abb. 1: Landnutzung im Einzugsgebiet der Trinkwassergewinnungsbrunnen. Die Landnutzung wurde aus Corine Land Cover 2012 © Europäische Union übernommen

vergrößern werden. Gleichzeitig zeigt sich in Studien, dass die Spaltöffnungen der Pflanzen bei steigenden CO<sub>2</sub> Konzentrationen kleiner werden, so dass die Pflanzen weniger Wasser verlieren. Beide Effekte wurden im Modell für die Buche und den Mais berücksichtigt, um herauszufinden, wie die Grundwasserneubildung dadurch beeinflusst wird.

Der Rasen im Modell entspricht einem gut gedüngten, mehrmals im Jahr geschnittenen Vorgartenrasen mit einer Wachstumsperiode von März bis September.

Die verwendeten regionalen Klimamodelle simulieren für den historischen Zeitraum von 1971 bis 1999 einen mittleren Jahresniederschlag von  $773 \pm 47$  mm (Mittelwert  $\pm$  eine Standardabweichung) im Untersuchungsgebiet (Abb. 2 / C). Der Wert liegt nahe an der beobachteten Niederschlagsmenge von  $766 \pm 128$  mm an der hydrologischen und meteorologischen Station Mönchengladbach-Rheindahlen (Zeitraum 1983–1999). Im Gegensatz

dazu scheint die beobachtete jährliche Variabilität (wie durch die Standardabweichungen angegeben) von den regionalen Klimamodellen nicht gut erfasst zu werden. Daher konzentrierte sich diese Studie auf allgemeine Trends, die sich aus 30-Jahres-Mittelwerten ableiten lassen. Die Klimamodelle deuten auf einen moderaten Anstieg des gemittelten Jahresniederschlags um 9 mm (RCP 8.5) bis 19 mm (RCP 2.6) im zukünftigen Zeitraum (2071–2099) im Vergleich zum historischen Zeitraum hin (Abb. 2 / C). Der Niederschlag im Winter (DJF) wird von 187 mm im Zeitraum 1971 bis 1999 auf 205 mm und 220 mm im Zeitraum 2071 bis 2099 unter RCP 2.6 bzw. RCP 8.5 ansteigen. Die Niederschläge im Sommer (JJA) werden dagegen unter RCP 2.6 zwischen diesen Zeiträumen von 228 mm auf 207 mm abnehmen. Nach RCP 8.5 wird der sommerliche Niederschlag noch drastischer von 216 auf 175 mm abnehmen. Diese Verschiebung der saisonalen Niederschlagsmuster ist ein gemeinsames Merkmal der Klimaprojektionen für Deutschland.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde durch eine Förderung der E.ON SE Deutschland finanziell unterstützt. Wir danken K. Greven und D. Schumacher von der NEW NiederrheinWasser GmbH für die großzügige Unterstützung bei der Feldarbeit und Datenbereitstellung.

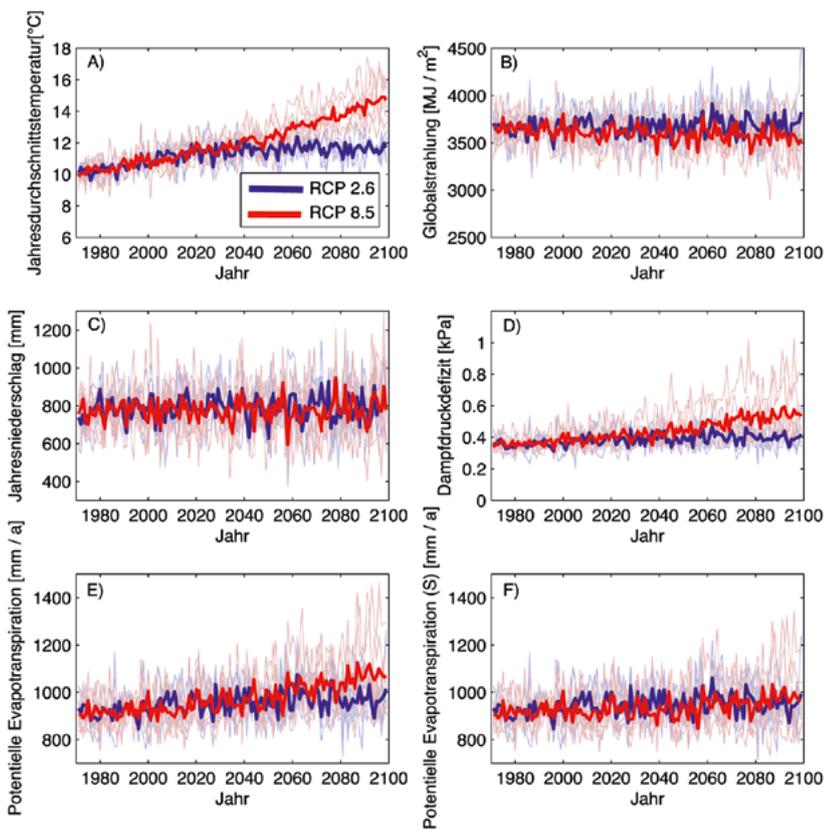


Abb. 2: Jahresmittelwerte der meteorologischen Daten für das Einzugsgebiet, simuliert durch das DWD Kernensemble der regionalen Klimamodelle, die mit den Szenarien RCP 2.6 (blau) und RCP 8.5 (rot) betrieben wurden. Die dünnen Linien zeigen die Ergebnisse der einzelnen Modelle. Die dicken Linien stellen den Durchschnitt aller Modellläufe für ein bestimmtes Klimawandelszenario dar. Die potentielle Evapotranspiration wurde ohne Schließung der Spaltöffnungen bei Pflanzen berechnet. Die potentielle Evapotranspiration (S) zeigt die Werte mit Schließung der Spaltöffnung

Die Projektionen der jährlichen potentiellen Evapotranspiration zeigen wesentlich stärkere Veränderungen als die des Jahresniederschlags (Abb. 2 / E). Die potentielle Evapotranspiration wird zwischen den Jahren 2000 und 2099 unter dem RCP 8.5 Szenario um mehr als 1 mm pro Jahr zunehmen. Im Szenario RCP 2.6 nimmt sie um 0,5 mm pro Jahr zu. Berücksichtigt man die Schließung der Spaltöffnungen der Pflanzen, so fällt der Anstieg der potentiellen Evapotranspiration deutlich geringer aus (Abb. 2 / F).

Die Ergebnisse zeigen, dass die positiven Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung (mehr Regen während der Hauptneubildungszeit im Winter, geringerer Wasserbedarf der Pflanzen aufgrund einer schnelleren Pflanzenreife im Frühjahr und Sommer, höhere Wassernutzungseffizienz der Pflanzen, geringere Globalstrahlung aufgrund zunehmender Bewölkung) an unserem Untersuchungsstandort nicht vollständig durch die negativen Auswirkungen (weniger Niederschlag sowie größere Blattflächen und zunehmendes Dampfdruckdefizit der Atmosphäre im Sommer) kompensiert wurden. Insgesamt fällt dadurch die Veränderung der jährlichen Grundwasserneubildung positiv (bis zu +20 % Veränderung im Zeitraum 2071–2099 im Vergleich zu 1970–2000) aus (vergl. Tabelle).

Die Neubildung ist während der Ruhezeit im Winter bei allen drei Vegetationstypen während des gesamten Untersuchungszeitraums am höchsten. Unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen in Deutschland sind es vor allem die Winterniederschläge, die zur Grundwasserneubildung beitragen, während das Wasser der Sommerniederschlä-

ge hauptsächlich von der Vegetation genutzt wird. Da für unseren Untersuchungsstandort eine Zunahme der Winterniederschläge vorhergesagt wird, zeigen unsere Simulationen deshalb insgesamt eine leichte Zunahme der Neubildung im Winter (mit Ausnahme von Mais unter dem RCP 2.6 Szenario).

Während der Anstieg der jährlichen Gesamtwasserneubildung vor allem auf mehr Niederschläge im Winter zurückzuführen ist, wird weniger Regen im Sommer die Verfügbarkeit von Bodenwasser für die natürliche Vegetation, wie z. B. Bäume, einschränken, nicht aber für Mais, da dieser schneller reift und früher geerntet werden kann. Es kann daher erwartet werden, dass der sommerliche Trockenstress in Baumbeständen oder auch Rasenflächen zunehmen wird. Dadurch ist ggf. mit einer Zunahme der Bewässerung, unter anderem in privaten Gärten, zu rechnen.

Rasen	Periode	1971–1999	2021–2050	2071–2099
	RCP 2.6	268 ± 37	274 ± 40	278 ± 35
	RCP 8.5	266 ± 29	271 ± 31	286 ± 39
Mais	Periode	1971–1999	2021–2050	2071–2099
	RCP 2.6	137 ± 34	141 ± 36	140 ± 31
	RCP 8.5	140 ± 23	141 ± 27	149 ± 32
Mais (S)	Periode	1971–1999	2021–2050	2071–2099
	RCP 2.6	137 ± 34	141 ± 36	141 ± 31
	RCP 8.5	140 ± 23	143 ± 27	152 ± 32
Buche	Periode	1971–1999	2021–2050	2071–2099
	RCP 2.6	133 ± 40	139 ± 40	146 ± 36
	RCP 8.5	135 ± 26	139 ± 29	152 ± 33
Buche (S)	Periode	1971–1999	2021–2050	2071–2099
	RCP 2.6	133 ± 40	140 ± 40	148 ± 36
	RCP 8.5	135 ± 27	144 ± 29	160 ± 35

Simulierte jährliche Grundwasserneubildung (Mittelwert ± Standardabweichung für jede Periode).

Der Zusatz (S) bezieht sich auf die Simulationen, bei denen die Pflanzen ihre Spaltöffnungen an die steigenden CO<sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre durch Schließung anpassen.

## Personalia



Sanja Brodel hat am 01.05.22 bei uns im Zentralen Probenmanagement im Bereich Wasserqualität begonnen und bereitet sich auf ihre Abschlussprüfung zur Chemielaborantin vor. Zuletzt war sie bei der KLA Bottrop im Bereich Büromanagement und Unterstützung der Projektsteuerung tätig.

Das Geschäftsfeld Toxikologie im Bereich Wasserqualität wird seit dem 01.05.22 durch Katrin Schulz verstärkt. Sie hat Biochemie an der Medizinischen Hochschule Hannover studiert und uns schon als studentische Hilfskraft unterstützt.



Oliver Dördelmann ist seit dem 01.07.22 wieder zurück am IWW als Verfahreningenieur im Bereich Wassertechnologie. Er war bereits von 1998 bis 2018 am IWW und wechselte dann zu Netze Duisburg GmbH.

Nils Morten Büdenbender unterstützt die Angewandte Mikrobiologie seit dem 01.09.22 als BTA. Zuvor war er im Institut für Pathologie und Molekularpathologie in Gelsenkirchen tätig.



Pia Springmann ist seit dem 01.10.22 bei uns als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Wasserressourcen-Management tätig. Zuvor hat sie uns bereits als studentische und wissenschaftliche Hilfskraft unterstützt. Pia führt GIS-Analysen durch, wertet Literatur aus und bearbeitet Projekte.



[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

Adobe Stock: familie-eisenlohr.de, Pineapple studio, tippapatt, ONYXprj, AllahFoto, macrovector, alexlrx, helmutvogler, luchschenF

### Verantwortlich

Lothar Schüller, Geschäftsführung

### Redaktion

A. Sonnenburg (Bereich Wassernetze), U. Borchers (Bereich Wasserqualität), A. Hein (Bereich Wasserökonomie & Management), A. Nahrstedt (Bereich Wassertechnologie), A. Nocker (Bereich Angewandte Mikrobiologie), D. Schwesig (technische Leitung), L. Schüller (Geschäftsführung), T. Riedel (Bereich Wasserressourcen-Management), L. Zimmermann (Bereich Kommunikation)

### Konzeption & Gestaltung

heavysign!

Agentur für Werbung und Kommunikation  
Essen

Nachdruck erwünscht, Beleg erbeten.