

Nachrichten aus dem  
IWW Zentrum Wasser

 **IWW**  
JOURNAL

Dezember 2016 | Ausgabe 45

## Aus klein wird groß – der Weg zur Realisierung



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

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

### Aktuelle Fachbeiträge

Konzeption einer neuen  
Trinkwasseraufbereitungs-  
anlage auf der Basis von  
Filterversuchen

Für das Wasserwerk Osterwitt-  
bekfeld wurde basierend auf  
Ergebnissen halbtechnischer  
Filterversuche anstelle... *Seite 8*

Ökosystemleistungen messen  
und bewerten – Anwendung  
des „DESSIN ESS Evaluation  
Frameworks“ am Beispiel des  
Emscherumbaus

Umweltorientiertes Denken  
und nachhaltiges Entscheiden  
rücken bei ... *Seite 10*

Perchlorat: Ein relevanter  
Spurenstoff in Trink- und  
Badebeckenwässern?

Das Vorkommen des toxiko-  
logisch relevanten Perchlorats  
in Trinkwasser ist in der inter-  
nationalen Literatur mehrfach  
beschrieben... *Seite 12*

Vom Versuch in den tech-  
nischen Maßstab – IWW-  
Vorarbeiten als Grundlage  
für die Planung von  
Aufbereitungsanlagen im  
technischen Maßstab

Im Verlauf von nunmehr über  
dreißig Jahren... *Seite 14*

# Liebe Leserinnen und Leser,

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



der Schritt von der Verfahrenskonzeption zur großtechnischen Umsetzung entscheidet über die langfristige Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit beim Neubau oder der Modernisierung eines Wasserwerks. Häufig werden hierbei Potenziale verschenkt, wenn Planungen von der Stange realisiert werden. Schon über viele Jahre haben deshalb die IWW-Wassertechnologen das Upscaling mit Pilotierungen unterstützt, mit vielfältigen Vorteilen: Das Austesten von Verfahrensgrenzen und -alternativen verbessert die

Planungsgrundlage, erlaubt eine passgenaue Dimensionierung und spart Investitions- und Betriebskosten über viele Jahre. Die Mehrkosten einer Pilotierung sind im Vergleich zu den langfristigen Potenzialen gering. Dies hat in 2016 weitere Unternehmen dazu veranlasst, Pilotierungen mit IWW zu machen – dazu lesen Sie zwei Fachbeiträge in diesem Heft.

Weiterhin berichten wir über unsere aktuellen Forschungsprojekte zum Spurenstoff Perchlorat und zur ökonomischen Bewertung

von Ökosystem-Leistungen. Hier wurde ein Leitfaden entwickelt, anhand dessen sich der wirtschaftliche Wert einer Renaturierung konkret bemessen lässt.

Wir wünschen Ihnen viele interessante Erkenntnisse bei der Lektüre.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Wolf Merkel      Lothar Schüller

## Inhaltsverzeichnis



5 IWW implementiert Non-Target-Analytik – Neues Forschungsprojekt mit Beteiligung von WATERS



7 Optimierung von Tränkwasser-Systemen für Schweine und Geflügel unter Berücksichtigung der Rolle mikrobieller Biofilme



7 2. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar mit 220 Teilnehmern ein großer Erfolg

### Aktuelles & Nachrichten .....

- 3 WissensNacht Ruhr 2016 voller Erfolg
- 3 IWW Studie zu Arzneimittelwirkstoffrückständen beendet
- 3 IWW-Innovationstag 2016 Innovative Technik und neue Analysekonzepte bei der Wasserversorgung Zürich
- 4 Fortschrittskolleg NRW „Future Water“ mit IWW-Beteiligung im Themenfeld „Wasser und Gesundheit“
- 4 ISO-Norm für die Bestimmung von Chlor mit DPD wird überarbeitet – IWW übernimmt Validierung und Leitung des Arbeitskreises

### 5 IWW implementiert Non-Target-Analytik – Neues Forschungsprojekt mit Beteiligung von WATERS

- 5 Dissertation Nicole Müller
- 6 Interdisziplinäre Junior-Forschungsgruppe „Wasser in der Stadt der Zukunft“ startet
- 6 Fäkale Verschmutzung von Rohwässern: Eingrenzung von Eintragsquellen mit neuen molekularen Methoden
- 7 Optimierung von Tränkwasser-Systemen für Schweine und Geflügel unter Berücksichtigung der Rolle mikrobieller Biofilme
- 7 2. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar mit 220 Teilnehmern ein großer Erfolg

### Fachbeiträge .....

- 8 Konzeption einer neuen Trinkwasseraufbereitungsanlage auf der Basis von Filterversuchen
- 10 Ökosystemleistungen messen und bewerten – Anwendung des „DESSIN ESS Evaluation Frameworks“ am Beispiel des Emscherumbaus
- 12 Perchlorat: Ein relevanter Spurenstoff in Trink- und Badebeckenwässern?
- 14 Vom Versuch in den technischen Maßstab – IWW-Vorarbeiten als Grundlage für die Planung von Aufbereitungsanlagen im technischen Maßstab

### 16 Personalia & Jubiläen .....

## WissensNacht Ruhr 2016 voller Erfolg

Mit über 11.000 Besuchern verwandelte die WissensNacht Ruhr das Ruhrgebiet am Freitag, den 30. September in ein riesiges Forschungslabor, in dem zu spannenden Live-Experimenten, Mitmach-Aktionen, Workshops und Diskussionen in Bochum, Dortmund, Essen, Gelsenkirchen, Mülheim und Duisburg eingeladen war. Die erstmalige Beteiligung des IWW Zentrum Wasser an der Veranstaltung war ein voller Erfolg, zu Gast in den Räumen der HRW Hochschule Ruhr-West in Mülheim.

Unermüdlich begleiteten Lisa Zimmermann und Wolf Merkel vom IWW und Uschi Telgheder und Claudia Ullrich von der Uni Duisburg-Essen unter dem Titel „Wasserwelt – Experimente rund um’s kühle Nass“ die Besucher bei kleinen Wasser-Experimenten und Stationen zur Wasserreinigung. Und für die Erwachsenen gab es aktuelle Informationen zur Wasseraufbereitung an der Ruhr, zur Trinkwasserqualität und zum Baden in der Ruhr.

*Lisa Zimmermann*



## IWW Studie zu Arzneimittelwirkstoffrückständen beendet

Das IWW hat eine globale Studie zu Arzneimittelwirkstoffrückständen in der Umwelt im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt (siehe IWW Journal 43). Der Abschlussbericht sowie die umfangreiche Datenbank mit mehr als 120.000 Einträgen zu über 700

Wirkstoffen kann frei unter [www.umweltbundesamt.de/en/database-pharmaceuticals-in-the-environment-figures-o](http://www.umweltbundesamt.de/en/database-pharmaceuticals-in-the-environment-figures-o) heruntergeladen werden. Die Studie konnte erstmals aufzeigen, dass Arzneimittelwirkstoffrückstände ein globales Problem darstellen und

hat dabei die Aufnahme des Themas in das internationale Chemikalienprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) unterstützt.

*Dr. Tim aus der Beek*

### *IWW-Innovationstag 2016*

## Innovative Technik und neue Analysekonzepte bei der Wasserversorgung Zürich



Auf Einladung der Wasserversorgung Zürich (WVZ) besuchte am 17. Juni 2016 eine 30-köpfige Besuchergruppe aus Deutschland, Luxemburg, Österreich und der Schweiz das Züricher Seewasserwerk Lengg und die WVZ-Zentrale am Hardhof. Der Besuch war vor allem für die Mitglieder des IWW-Fördervereins, Vertreter der IWW-Gesellschafter und für langjährige Partner des IWW organisiert. Ziel war es, die praktische Umsetzung von Innovationen in Aufbereitungstechnik und Analytik durch eigene Anschauung und in der direkten Diskussion mit den Fachleuten der WVZ zu erfahren.

*Mehr über den Innovationstag 2016 finden Sie auf der IWW Webseite: [iww-online.de/iww-innovationstag-2016-innovative-technik-und-neue-analysekonzepte-bei-der-wasserversorgung-zuerich](http://iww-online.de/iww-innovationstag-2016-innovative-technik-und-neue-analysekonzepte-bei-der-wasserversorgung-zuerich)*

*Dr. Wolf Merkel*



## IWW implementiert Non-Target-Analytik – Neues Forschungsprojekt mit Beteiligung von WATERS



Vanessa Hinnenkamp, Dr. Ulrich Borchers  
und Dr. Hannes Görzel (Waters) bei der  
Übergabe des Vion QTOF im Juli 2016  
(v.l.n.r.)

Der Bereich Wasserqualität verfügt seit Kurzem über ein leistungsstarkes analytisches Equipment zur Non-Target-Analytik, das Vion IMS QToF Flugzeit-Massenspektrometer (Time-Of-Flight = TOF) der Firma Waters. Dieses System verbindet die Vorteile

eines TOF-Systems mit denen einer Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS).

Ziel eines gerade gestarteten Auftrags-Forschungsprojekts ist der Aufbau einer schnellen, robusten und routineteuglichen

Non-Target-Analytik (NT-Analytik) für organische Mikroschadstoffe in Rohwässern (Oberflächen- und Grundwasser), die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden.

Im Rahmen des Projekts wurde auch eine Kooperation mit Waters gegründet, bei der gemeinsam an der Weiterentwicklung der Gerätetechnik gearbeitet wird. Für die Projektlaufzeit stellt Waters das Gerät unentgeltlich zur Verfügung.

*Dr. Ulrich Borchers*  
([u.borchers@iww-online.de](mailto:u.borchers@iww-online.de))

## Dissertation Nicole Müller



*Dr. Nicole Müller*

Zum Thema „Asset Management in der Wasserversorgung“ wurde die frühere IWW-Mitarbeiterin Nicole Annett Müller im laufenden Sommersemester an der TU Dortmund promoviert. Die Dissertation untersucht den konkreten Umsetzungsstand des Asset Management in der deutschen Trinkwasserversorgung. Dazu wurden im Rahmen eines dyadischen Designs in zehn Wasserversorgungsunternehmen Asset Manager und Controller getrennt befragt. Die umfangreichen Ergebnisse beziehen sich auf drei Themenkomplexe: Ausgestaltung des Asset Management, Schnittstelle Asset Management und Controlling sowie Handlungsempfehlungen für die Kooperation zwischen Asset Management und Controlling.

Für die Ausgestaltung des Asset Management in der Wasserversorgungsbranche stellt der Kostendruck die wesentliche Herausforderung dar. Etwa jedes zweite Unternehmen hat für die Aufgabe der optimalen Bewirtschaftung des Anlagenparks eine eigene Abteilung Asset Management eingerichtet, in den übrigen Unternehmen werden die Aufgaben differenziert in den technischen Unterabteilungen, z. B. Instandhaltung, wahrgenommen. Das Aufgabenspektrum beinhaltet dabei maßgeblich die klassischen Tätigkeiten rund um die Entwicklung geeigneter Instandhaltungs- und Investitionsstrategien mit dem Ziel Substanz- und Serviceerhalt.

Bei der Zusammenarbeit der Abteilungen wird der Fokus auf die Ablauforganisation gelegt, da die Teilaufgaben des Anlagencontrolling in der Praxis nicht ausschließlich vom Controlling oder vom Asset Management wahrgenommen werden. Die Mehrzahl der Beteiligten beurteilt die wechselseitige Zusammenarbeit als positiv. Begünstigt wird die Wahrnehmung durch räumliche Nähe, persönliches Engagement der Netzwerkpartner sowie abgegrenzte Rollenprofile und klare Rollenverständnisse. Der Controller nimmt im Wesentlichen eine reaktive Rolle ein; sieht

sich aber auch ganz klar als Unterstützer. Der Asset Manager sieht sich als Beschützer der technischen Anlagen und als Vermittler zwischen den technischen und kaufmännischen Unternehmensbereichen.

Aus den Beobachtungen des Umsetzungsstands des Asset Management sowie den Schnittstellen zum Controlling lassen sich Handlungsempfehlungen für die praktische Ausgestaltung ableiten. Insbesondere bei der Etablierung des Konzeptes Asset Management ist sorgfältig mit organisatorischen Spannungsfeldern umzugehen. Mit der Einführung der Asset Management-Philosophie sollte ausdrücklich eine Wertschätzung des Tagesgeschäfts einhergehen. Für einen sachgerechten Umgang mit der Schnittstellenthematik bietet sich die verstärkte Berücksichtigung interdisziplinärer Fachkräfte an. Darüber hinaus sind mögliche Kommunikations- und Akzeptanzprobleme im Vorfeld zu beheben, u. a. die Weiterbildung im jeweils anderen Fachgebiet. Dies bietet auch die Chance, die gegenseitigen Rollenverständnisse neu zu prägen.

*Dr. Nicole Müller & Prof. Dr. Andreas Hoffjan*

Nina Sips als Doktorandin beim IWW eingestellt

## Interdisziplinäre Junior-Forschungsgruppe „Wasser in der Stadt der Zukunft“ startet

Die von der Stiftung Zukunft NRW geförderte Junior-Forschungsgruppe „Wasser in der Stadt der Zukunft“ vereint Fachkompetenzen aus der Stadt- und Raumforschung, der siedlungswasserwirtschaftlichen Ingenieurtechnik sowie des betriebswirtschaftlichen Controllings dreier Mitgliedsinstitute der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) in NRW.

Das Projekt widmet sich der Anpassung von städtischen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastrukturen an aktuelle und bevorstehende Herausforderungen. Denn globale Megatrends wie Klimawandel, demografische Entwicklungen sowie wirtschaftsstrukturelle Veränderungen wirken sich konkret auf städtischer und lokaler Ebene aus und erzeugen für die Kommunen einen hohen Investitions- und Handlungsbedarf, den viele aufgrund angespannter Haushaltslagen kaum mehr leisten können.



Doktorandin Nina Sips

Die drei beteiligten JRF-Institute, das Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung an der TU Dortmund, das Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen und das IWW widmen sich in den kommenden drei Jahren gemeinsam der Frage, wie eine nachhaltige Transformation der städtischen Siedlungswasserwirtschaft gelingen kann.

Um Wasserinfrastrukturen dauerhaft leistungsfähig und finanzierbar zu machen, sind sowohl technische als auch nicht-technische Innovationen gefordert. Insofern geht es um die verknüpfende Betrachtung von Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung im Sinne einer integrativen Raumplanung. Seitens des IWW wird Nina Sips, die an der Fachhochschule Fulda ihr Bachelor-Studium in Internationaler BWL und ihren Master an der Technischen Hochschule Köln in International Business gemacht hat, die kostenmäßige Bewertung von Alternativen und die Anpassungsfähigkeit bestehender Wasserinfrastrukturen aus betriebswirtschaftlicher Sicht analysieren und so Ansätze zu einem integrierten Monitoring- und Steuerungssystem entwickeln.

Prof. Dr. Andreas Hoffjan

---

## Fäkale Verschmutzung von Rohwässern: Eingrenzung von Eintragsquellen mit neuen molekularen Methoden

Eine mikrobiologische Kontamination eines Rohwassers kann die sichere Versorgung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser erheblich gefährden. Dies trifft vor allem auf Grundwasser zu, wenn es nicht so aufbereitet wird, dass es zu einer Reduzierung der Keimzahlen kommt. Aus diesem Grund existieren klare Rahmenbedingungen, um eine Kontamination zu verhindern (Wasserschutzzone II etc.). Kommt es dennoch zu einem Eintrag, bei dem der Rohwasserstrom betroffen ist, kann es zu Folgeeffekten im Wasserwerk kommen. Da insbesondere bei einem erstmaligen Auftreten verfahrenstechnische Lösungen wie zum Beispiel eine UV-Anlage oder eine unmittelbar greifende Desinfektion fehlen, setzt sich die unzureichende Qualität schnell im Versorgungsnetz fort. Im äußersten Fall muss dann ein Abkochgebot ausgesprochen werden.

Während sich die Verschlechterung der Rohwasserqualität an sich durch die traditionelle kulturelle Bestimmung der Indikatororganismen *E. coli* und coliforme Bakterien gut abbilden lässt, ist die Benennung der eigentlichen Kontaminationsquelle ungewöhnlich schwieriger. Neue molekularbiologische Verfahren versprechen hier eine bessere Zu-

ordnung und damit eine klarere Abgrenzung der relevanten Eintragspfade. Die Etablierung derartiger Methoden sowie deren Überprüfung ist Bestandteil des Projektes Microbial Source Tracking am IWW. Projektträger und Projektpartner ist die RWE Deutschland AG.

Die Verfahren basieren auf dem Nachweis genetischer Biomarker von zwei bestimmten Bakteriengruppen (*Bacteroidetes* und *Helicobacter*). Letztere sind in hohen Konzentrationen in tierischen und menschlichen Fäkalien enthalten. Die genannten Gruppen enthalten wiederum Subpopulationen verschiedener Bakterienarten, deren Vorkommen präferentiell mit verschiedenen Wirten assoziiert ist. Diese Subgruppen werden

durch Amplifikation möglichst spezifischer DNA-Zielsequenzen nachgewiesen (Polymerasekettenreaktion). So gelingt es, Hinweise zur eigentlichen Herkunft des Fäkalmaterials zu erhalten.

Der Nutzen derartiger Analysen für Wasserversorger besteht in der eindeutigen Abgrenzung potentieller Eintragsquellen und -pfade. Dies ermöglicht eine gezielte und umfassende Minimierung des Eintrags an der Quelle. Ziel ist der langfristige Schutz der zur Trinkwassergewinnung genutzten Ressource.

Dr. Andreas Nocker, Christoph Nolte,  
Dr. Thomas Riedel & Dr. Martin Strathmann



Gänse am Ufer eines Oberflächengewässers

Start eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungsprojektes

## Optimierung von Tränkwasser-Systemen für Schweine und Geflügel unter Berücksichtigung der Rolle mikrobieller Biofilme

Gefördert durch:  
  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Tränkwasser ist das für die Versorgung von Lebensmittel liefernden Tieren verwendete Wasser. Die mikrobiologisch-hygienische Qualität von Tränkwasser, der Eintrag von tierpathogenen Mikroorganismen und von zoonotischen (vom Tier auf Menschen übertragbaren) Krankheitserregern sowie die Anwendung von Antibiotika über das Wasser sind wichtige Aspekte für die Aufrechterhaltung der Tiergesundheit in der landwirtschaft-



Ferkelaufzuchtbox mit Futtermischmaschine und Tränkwassersystem

lichen Nutztierhaltung. Bisher wurde ein Zusammenhang zwischen der Tränkwasserqualität und einem Risiko für die Tiergesundheit noch nicht systematisch untersucht. In dem im März 2016 gestarteten zweijährigen Projekt soll die hygienische Beschaffenheit in Tränkwassersystemen anhand ausgewählter Mast-Betriebe erfasst und bewertet werden. Der Fokus liegt hierbei insbesondere auf mikrobiellen Biofilmen, welche als potenzielles Reservoir für Krankheitserreger in Frage kommen. Außerdem sollen das Biofilmbildungspotential, Antibiotikaresistenzen der Mikroorganismen und mögliche Antibiotikarückstände in den Biofilmen untersucht werden. Unter Berücksichtigung der Charakteristika von Tränkwassersystemen stehen im Fokus des Projektes Bekämpfung, Beseitigung und Vermeidung von Biofilmen, d. h. Mini-



Biofilm eines Tränkwassersystems in der Nutztierhaltung  
(Quelle: Aumann Hygienetechnik)

mierung und damit Optimierung der Hygiene von Tränkwassersystemen (in Geflügel- und Schweinebetrieben). Im Forschungsprojekt arbeiten Partner aus der Wissenschaft als Verbundpartner eng zusammen mit assoziierten Projektpartnern aus der Wirtschaft.

Den kompletten Artikel finden Sie unter:  
[iww-online.de/traenkwasser-systeme-fuer-schweine-und-gefluegel](http://iww-online.de/traenkwasser-systeme-fuer-schweine-und-gefluegel)

Dr. Gabriela Schaule & Dr. Jost Wingender

## 2. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar mit 220 Teilnehmern ein großer Erfolg



Das vom IWW veranstaltete MWAS 2016 am 14. und 15. September 2016 war ein voller Erfolg. Rund 220 Analytiker diskutierten zwei Tage lang über neueste analytische Themen und Ergebnisse. Begleitet wurde das Vortragsprogramm von einer Fachmesse und einer Posterausstellung.

Die nationale Konferenz setzte einen Fokus auf die aktuellen Herausforderungen und Ergebnisse der Wasseranalytik, wobei die Themengebiete Non-Target-Analytik sowie Mikroplastik besondere Schwerpunkte bildeten.

Die 220 Teilnehmer konnten sich in 17 Vorträgen und mittels 33 wissenschaftlicher Poster über den neuesten Stand in den Fachgebieten organische Spurenanalytik in Forschung und Überwachung, Non-Target-Analytik sowie Mikroplastik informieren. Die zweitägige Konferenz wurde von einer sehr informativen

Poster- sowie einer Fachausstellung zu den Themen der Konferenz begleitet.

Die Möglichkeiten, Grenzen und Wünsche an die instrumentelle Wasseranalytik machten Uwe Dünnbier von den Berliner Wasserbetrieben aus der Sicht der Wasserversorgung und als Kontrast dazu Joachim Kurz aus der Industrieperspektive in sehr praxisorientierten Vorträgen klar. In allen Fällen geht es dabei um eine schnelle, sichere und aussagekräftige Analytik, sei es im klassischen Target-Modus oder auch bei der Non-Target-Variante. Peter Lepom (Umweltbundesamt) und Luc Zwank (AGE Luxemburg) machten in ihren Exkursen in die Analytik nach Europäischen Wasserrichtlinien klar, welche hohen Anforderungen zu erfüllen sind und wie schnell man dabei an die Grenzen des Machbaren bzw. Sinnvollen kommt.

In der Session zu Mikroplastik und Nanomaterialien wurde in der angeregten Diskussion mit dem Auditorium klar, dass man noch weitgehend am Anfang steht und dass eine Harmonisierung der Analytik oder gar eine Bewertung des Gesamtergebnisses unter Einbeziehung der Probenahme noch in den „Kinderschuhen“ steckt. Dennoch begeisterten

die von Natalia Ivleva vorgestellten Ansätze der spektroskopischen Analyse (Raman-Mikrospektroskopie, FTIR-Mikroskopie) sowie die von Ulrike Braun illustrierte Pyrolyse-GC das Auditorium und machten Hoffnung auf schnelle Fortschritte in Richtung Praxisreife der Verfahren.

Die Vorträge der Veranstaltung können von den Teilnehmern von der Tagungshomepage heruntergeladen werden. Wenn Sie auch interessiert sind, wenden Sie sich an unser Tagungsteam unter [mwas2016@iww-online.de](mailto:mwas2016@iww-online.de).

Dr. Ulrich Borchers  
([u.borchers@iww-online.de](mailto:u.borchers@iww-online.de))



MWAS2016: Tagungseröffnung in der Stadthalle

# Konzeption einer neuen Trinkwasseraufbereitungsanlage auf der Basis von Filterversuchen

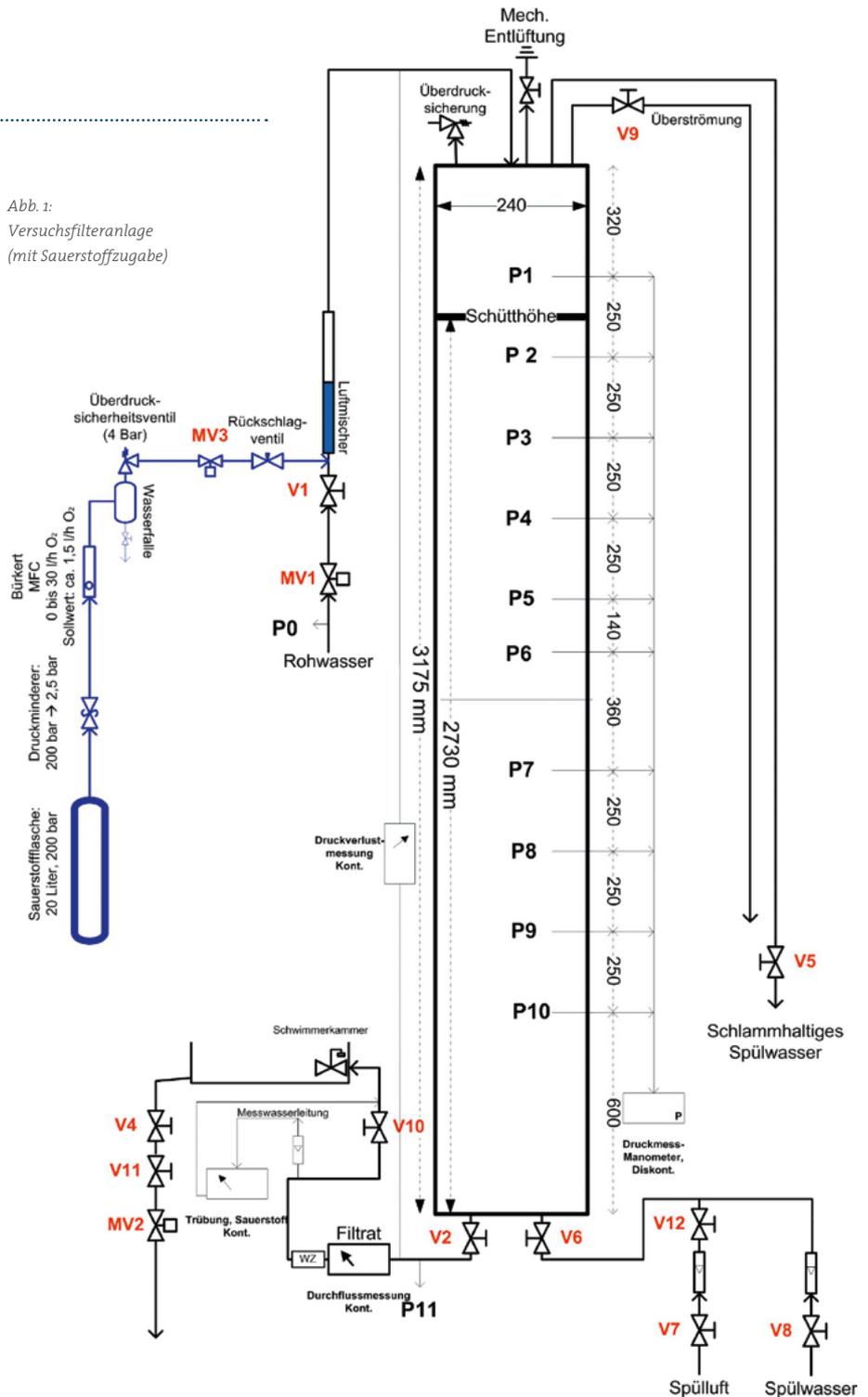
Helmut Rudow

Für das Wasserwerk Osterwittbekfeld wurde basierend auf Ergebnissen halbertechnischer Filterversuche anstelle von aufwändigen Sanierungsarbeiten an der teilweise über 40 Jahre alten Trinkwasseraufbereitungsanlage eine neue Aufbereitungsanlage konzipiert. Diese wird bei einer gegenüber dem Bestand um zwei Drittel geringeren Filterfläche die gleiche Versorgungssicherheit gewährleisten.

Der Wasserverband Treene betreibt seit 1975 das Wasserwerk Osterwittbekfeld zur Trinkwasserversorgung im nördlichen Schleswig-Holstein. Das zu diesem Zweck gewonnene Grundwasser enthält ca. 1,6 mg/l Eisen, ca. 0,2 mg/l Mangan und 0,2 bis 0,6 mg/l Ammonium als aufbereitungsrelevante Wasserinhaltsstoffe. Ausgehend von den vier 1975 erbauten Doppelstockfiltern war die Aufbereitungsanlage 1984 um vier weitere baugleiche Doppelstockfilter erweitert worden. Der seit etwa 20 Jahren weitgehend stabile Trinkwasserbedarf von ca. 3,5 Mio. m<sup>3</sup>/a konnte mit der vorhandenen Aufbereitungskapazität bisher problemlos gedeckt werden.

In 2013 verringerten sich die Filterlaufzeiten einiger Doppelstockfilter aufgrund eines erhöhten Anstiegs des Druckverlustes beim Filtrationsbetrieb. Zur Ermittlung der Ursachen wurde das IWW beauftragt, eine detaillierte Bestandsaufnahme durchzuführen. Diese umfasste eine Funktionsprüfung der Aufbereitungsanlage, die Durchführung von Spülbildkontrollen und Inspektionen von Filterkesseln sowie wesentlicher Nebenaggregate (Spülaggregate, Luftkompressoren). Daneben erfolgte zusätzlich eine detaillierte Bestandsaufnahme der elektrotechnischen Bauteile, inklusive der eingesetzten Werksteuerung mit ihrer Hard- und Software (SPS, PLS). Nach einer gemeinsamen Bewertung der Ergebnisse der Bestandsaufnahme und des Sanierungsbedarfs beauftragte der Wasserverband Treene das IWW mit der Konzeption

Abb. 1:  
Versuchsfilteranlage  
(mit Sauerstoffzugabe)



einer neuen Aufbereitungsanlage, inklusive halbertechnischer Filterversuche.

Anfang 2015 wurde im Wasserwerk Osterwittbekfeld eine IWW-Versuchsfilteranlage

(Abb. 1) mit einer Einschichtschüttung aus Filtersand der Körnung 1,0 bis 1,6 mm installiert. Die Filteranlage wurde parallel zur technischen Anlage mit dem Vordruck aus dem Brunnenfeld von ca. 1,7 bar betrieben.

Entsprechende Hinweise aus den DVGW-Arbeitsblättern W 223-1 und -2 sowie vielfache Erfahrungen an Filteranlagen mit vergleichbaren Aufbereitungsaufgaben legten nahe, dass für das Rohwasser im Wasserwerk Osterwittbekfeld eine einstufige Filtration über inertes Filtermaterial das Vorzugsverfahren ist. Dies würde bei einer deutlichen Vereinfachung des Aufbereitungsverfahrens die bei vielen zweistufigen Filteranlagen unerwünschte Verlagerung der Entmanganung in die vorgeschaltete Enteisungsstufe und die damit häufig verbundene Verblockung der Düsen durch Manganverbindungen sicher vermeiden.

Zur Versorgung der oxidativen Prozesse (Enteisung, Entmanganung und Nitrifikation von Ammonium zu Nitrat) wurde bei den Filterversuchen dem Rohwasser zunächst – wie in der bestehenden Aufbereitungsanlage – Luft zugesetzt. Die Neigung zu Ausgasungen innerhalb der Filterschüttung aufgrund einer schon in den Rohwässern vorliegenden Übersättigung mit gasförmigem Stickstoff wurde – gut erkennbar aufgrund der transparenten Filtersäulen – jedoch erheblich erhöht, so dass die überwiegende Anzahl der Filterversuche zur Vermeidung des Eintrags von zusätzlichem Stickstoff mit einer Dosierung von technischem Sauerstoff durchgeführt wurde. Es wurden inklusive Einarbeitungsphase ca. 70 Filterläufe mit Filtergeschwindigkeiten von 10 oder 15 m/h durchgeführt und im Hinblick auf das erreichbare Filterlaufvolumen bis zu einem Druckverlust von 0,5 und 0,7 bar verglichen (Abb. 2).

Das Filtrat aus der Filteranlage wies durchweg eine sehr geringe Trübung von < 0,1 FNU und häufig auch < 0,05 FNU auf, obwohl die

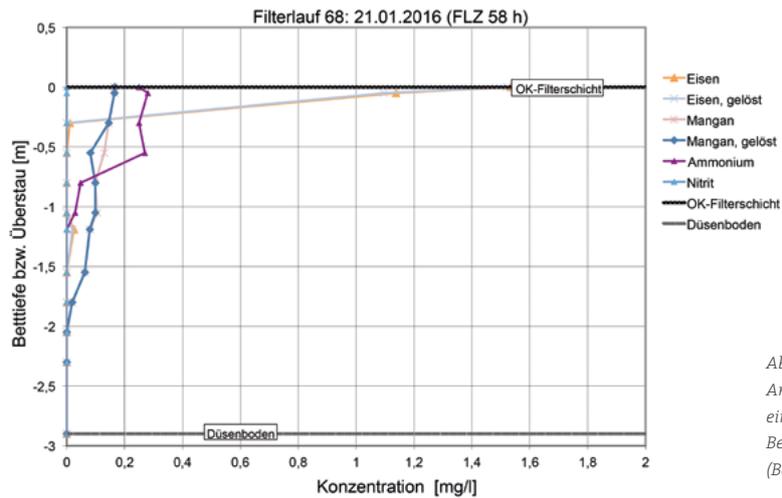


Abb. 3: Analyseergebnisse einer schichtweisen Beprobung (Beispiel-Filterlauf)

Filtergeschwindigkeiten in der Versuchsfilteranlage immer deutlich höher waren als in der bestehenden technischen Anlage (6 bis 8 m/h). Die Enteisung verlief unmittelbar nach Beginn der Filterversuche vollständig, die Nitrifikation von Ammonium und die Entmanganung nach der erwarteten Einarbeitungszeit der Schüttung ebenfalls. Abbildung 2 zeigt den Verlauf von Trübung, Druckverlust und Durchsatz für einen typischen Filterlauf bei einer Filtergeschwindigkeit von 15 m/h als Beispiel für eine Eisen(II)-Filtration.

Der Verlauf des Drucks und der Aufbereitungsprozesse mit zunehmender Schichttiefe wurde für eine Reihe von Filterläufen durch schichtweise Messung und Beprobung der Probenahmestellen P1 bis P10 (Abb. 1) und entsprechende Analysen überprüft. Abbildung 3 zeigt die Analyseergebnisse einer Beprobung beim Betrieb der Versuchsfilteranlage mit Sauerstoffzugabe und einer Filtergeschwindigkeit von 15 m/h. Nach den Analysen waren die Aufbereitungsprozesse im oberen Bereich der Schüttung zumeist schon

abgeschlossen. Lediglich die Entmanganung benötigte etwa 2 m Schichttiefe (bei 2,8 m Schütthöhe) für einen vollständigen Prozess. Ein detaillierter Vergleich der Filterlaufvolumina pro Filterlauf für verschiedene Filtergeschwindigkeiten ergab, dass mit 15 m/h bis zu einem Druckverlust von 500 mbar ca. 600 m<sup>3</sup> Wasser pro m<sup>2</sup> Filterfläche durchgesetzt werden konnten und damit mindestens genauso viel wie mit einer Filtergeschwindigkeit von 10 m/h in aber nur zwei Drittel der Laufzeit.

Die maximal erforderliche Aufbereitungsleistung der technischen Anlage wurde nach einer detaillierten Auswertung historischer Daten zur Trinkwasserabgabe unter Berücksichtigung des vorhandenen Trinkwasserspeichers festgelegt. Für eine maximale Aufbereitungsleistung von 750 m<sup>3</sup>/h werden in Zukunft nur noch 50 m<sup>2</sup> Filterfläche benötigt und damit nur noch ein Drittel der aktuell ca. 150 m<sup>2</sup> der Doppelstockfilteranlage. Bei der Auslegung der Filterkessel wurden „Standard-Filterkessel“ mit einem Durchmesser von 3,5 m und einer zylindrischen Höhe von 3,0 m vorgeschlagen. Für die neue Aufbereitungsanlage sollen fünf Filterkessel mit diesen Abmessungen eingesetzt werden. Um eine Erweiterung der Leistung der neuen Aufbereitungsanlage aufgrund eines aktuell nicht absehbaren höheren Aufbereitungsbedarfs (z. B. zukünftige Erweiterung des Versorgungsgebiets) zu ermöglichen, wurde bei dem skizzierten Aufstellungsplan ein Reserveplatz für einen sechsten Filterkessel berücksichtigt.

Im September 2016 wurden die Planungsleistungen vom Wasserverband Treene an ein Ingenieurbüro vergeben, für 2017 sind der Bau und die Inbetriebnahme der neuen Aufbereitungsanlage geplant.

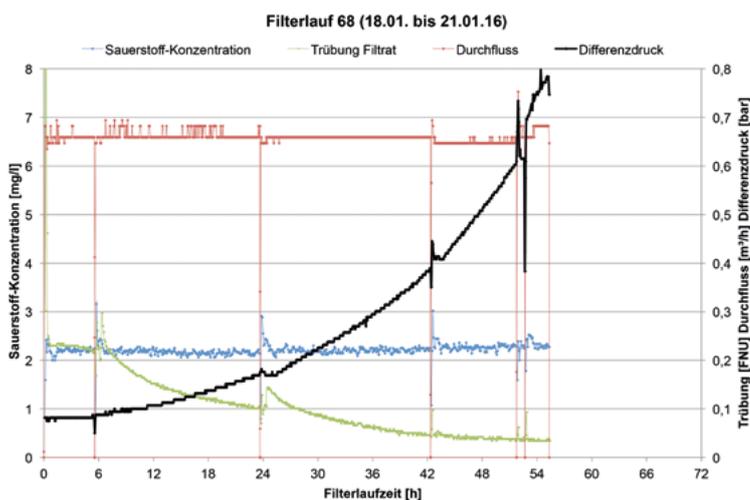


Abb. 2: Zeitlicher Verlauf wesentlicher Parameter bei einem typischen Filterlauf

# Ökosystemleistungen messen und bewerten – Anwendung des „DESSIN ESS Evaluation Frameworks“ am Beispiel des Emscherumbaus

Kristina Wencki, Clemens Strehl (IWW) & Nadine Gerner (EGLV)

Umweltorientiertes Denken und nachhaltiges Entscheiden rücken bei Unternehmensentscheidungen immer stärker in den Fokus. Mit Hilfe des „DESSIN ESS Evaluation Frameworks“ können die Effekte technischer Maßnahmen auf Ökosystemleistungen bewertet werden, um als Entscheidungs- oder Argumentationshilfe bei der Maßnahmenauswahl zu assistieren. Als Illustrationsbeispiel dienen hier die Emscher-Renaturierungsmaßnahmen.



Abb. 1: Konzeptioneller Rahmen des DESSIN ESS Evaluation Frameworks

## Veranlassung und Zielsetzung

Neben der Entwicklung und Anwendung neuer Maßnahmen und Technologien im Umgang mit Wasserknappheit und Wasserqualitätsproblemen wurde im EU-Forschungsprojekt DESSIN ein Leitfaden entwickelt, der technologisch induzierte Veränderungen von Ökosystemleistungen (engl. ecosystem services, kurz: ESS) monetär bewerten kann. Bei der im Folgenden betrachteten Emscher-Fallstudie handelt es sich um eine von drei abgeschlossenen Fallstudien, an der der Leitfaden bereits getestet wurde.

## Fallstudie „Emscherumbau“

Bei den im DESSIN-Projekt untersuchten Renaturierungsmaßnahmen der Emscher-Flussgewässer handelt es sich um Teilmaßnahmen des größten Infrastruktur- und Regionalentwicklungsprojekts Europas, dem Emscherumbau. Angefangen mit der Konstruktion eines unterirdischen Kanalnetzes werden seit 1992 nach und nach alle Gewässerabschnitte der Emscher, die über 100 Jahre als offene Abwasserkanäle genutzt wurden, ihrem ursprünglichen, natürlichen Zustand wieder angenähert.

## Methodik und Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise des „DESSIN ESS Evaluation Framework“ wurde in Anlehnung an die „Common International

Classification of Ecosystem Services (CICES)“ und den DPSIR-Ansatz entwickelt (Abb. 1).

Das im Leitfaden beschriebene Vorgehen setzt sich aus fünf Teilschritten zusammen: Im ersten Schritt, der Charakterisierung des Fallstudiengebietes, steht die Identifikation der Stakeholder im Vordergrund, aus denen später die direkten Begünstigten der ESS hervorgehen. Anschließend werden treibende Kräfte und Belastungen für das Fallstudiengebiet bestimmt, um festzustellen, ob die Maßnahme eine dieser beiden Größen beeinflusst oder lediglich eine Veränderung im Zustand des Ökosystems bewirkt. Im dritten Teilschritt werden zugehörige Indikatoren ausgewählt, wodurch im Anschluss hypothetisch existierende ESS identifiziert werden können. Hypothetische ESS, denen ein realer Nutzer zugeordnet wird, werden als „final ESS (FESS)“ deklariert, wohingegen die verbleibenden als „intermediate ESS (IESS)“ bezeichnet werden. Aus der resultierenden Liste finaler und nicht finaler ESS können schließlich auch monetär zu bewertende Dienstleistungen ausgewählt werden. Der letzte Schritt dient der Sammlung der zur monetären Bewertung erforderlichen Daten und der Berechnung des Gesamtnutzens, welcher den im Betrachtungszeitraum anfallenden Maßnahmenkosten gegenübergestellt werden kann.

## Ergebnisse

Basierend auf Datenmaterial zu bereits renaturierten Flussgebietsabschnitten wurden die Veränderungen in der ESS-Bereitstellung

nach erfolgtem Umbau im Vergleich zum Zustand vor Beginn der Arbeiten bewertet und auf das gesamte Emscher-Einzugsgebiet hochgerechnet. Zur Bestimmung des Maßnahmennutzens des Emscherumbaus wurden insgesamt fünf FESS zu den Themenbereichen Hochwasserrückhalt, Naherholung und regionale Wertschöpfung bewertet.

Zur Bewertung des durch den Emscherrückbau und technische Maßnahmen zusätzlich hinzugewonnenen Hochwasserrückhaltvolumens wurde in einem ersten Schritt auf Simulationen zur flächenmäßigen Überflutung zurückgegriffen, welche auf Strömungsprofilen der Flussarme, gegebenen Volumina der Hochwasserrückhaltebecken und Annahmen zu von Hochwasser möglicherweise betroffenen Flächen basieren. Die Bestimmung des monetären Mehrwertes für die Einwohner des Emscher-Einzugsgebietes erfolgte über eine Abschätzung der vermiedenen Kosten. Ausgehend von der Annahme der vollständigen Absicherung von HQ100-Hochwassern, werden durch den Emscherumbau in Zukunft schadensbedingte Kosten von 1,78 Mio. € jährlich ( $\Delta 178$  Mio. € alle 100 Jahre) vermieden.

Zur Abschätzung der Wirkungen der Emscherrenaturierung auf die regionale Wertschöpfung wurden die Wertsteigerungen der Büro- und Gewerbeflächen sowie der Wohnungen und Häuser am Hotspot Phönixsee, welche auf verbesserte Bereitstellungswerte von IESS (wie bspw. Lebensräume & Biodiversität,

Selbstreinigungspotential von Gewässern) zurückgeführt werden können, als wesentlich erachtet. Immobilienpreisänderungen im übrigen Emschergebiet wurden bereits in einer Studie des RWI (Barabas et al., 2013) untersucht, wobei sich für unterschiedliche Bereiche und Wohnungsgrößen unterschiedliche Entwicklungen zeigten. Zur monetären Bewertung wurden letztlich zwei verschiedene Verfahren genutzt: Die Wertschöpfung der Gastronomie rund um den Phönixsee wurde über die Gesamtfläche der Ladenlokale und einen durchschnittlichen Jahresumsatz angenähert und die Wertsteigerung der Wohngebäude wurde ergänzend mittels Hedonic Pricing kalkuliert. Die Ergebnisse beider Berechnungsansätze ergeben einen direkten volkswirtschaftlichen Effekt von 10,5–22,5 Mio. €/Jahr. Den Daten der RWI-Studie zufolge, welche einen Mietpreisanstieg für Wohnungen bestimmter Größe und Mietpreisklasse feststellte, ergibt sich jedoch eine regionale Wertschöpfung von ca. 8,6 Mio. €/Jahr für das Neue Emschertal und eine Wertminderung von -0,05 Mio. €/Jahr für das restliche Emschereinzugsgebiet.



Beispielhafter Emscherabschnitt (vor Umbau)



Deininghauser Bach, Castrop-Rauxel (nach Umbau)

Weiterer Nutzen des Emscherumbaus wird über die neu geschaffenen Naherholungsangebote erzielt. Die ökonomische Bewertung beschränkte sich in diesem Fall auf die Erweiterung der Radwege entlang der Emscher und den Bootsverleih, die Anlegestellen-Vermietung und den Yachtclub am Phönixsee. Durch Übertragung der Ergebnisse einer vorliegenden Studie zum Römer-Lippe-Radweg (Radschlag, IGS 2013) konnte eine erwartete Steigerung des Radverkehraufkommens durch Radreisende und Tagesausflügler von 72 % festgestellt werden, welche einer regionalen Wertschöpfungssteigerung von etwa 0,9 Mio. €/Jahr entsprächen. Die zusätzlichen volkswirtschaftlichen Umsätze durch das Naherholungsangebot am Phönixsee werden in Summe auf über 50.000 €/Jahr geschätzt.

Das zunehmende wissenschaftliche Interesse am Phönixsee und den weiteren umgestalteten Emschergewässerabschnitten ist zwar nicht zwingend mit regionaler Wertschöpfung verbunden, kann jedoch als Nutzen steigernder Effekt im Emschergebiet gesehen werden. Basierend auf einer Abschätzung der Zahlungsbereitschaft von Forschern, Schulklassen und sonstigen Exkursionsteilnehmern, kann eine Spannbreite von 12.000–39.000 €/Jahr angesetzt werden.

Die Abschätzung des ideellen Wertes der Emscherumbaumaßnahmen ergibt im Ergebnis eine Wertschätzung, entspricht aber keinem direkten volkswirtschaftlichen Effekt. Überträgt man die Ergebnisse einer Studie zur Wupper (Hecht et al., 2015) mittels sog. „Benefit Transfer“, kann man den ideellen Nutzwert des Emscherumbaus mittels Zahlungsbereitschaft der lokalen Bevölkerung für die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes der Emscher auf bis zu 110 Mio. €/Jahr beziffern.



Thomasbirne am Phönixsee, Dortmund

## Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Bei der Untersuchung zur Bereitstellung von ESS am Beispiel der renaturierten Emschergewässer wurden sowohl regulierende ESS (wie Nährstoffrückhaltevermögen und der Hochwasserrückhalt von Gewässern und Flussauen) als auch kulturelle ESS (wie Naherholung und regionale Wertschöpfung) ermittelt. Hierbei zeigte sich eine deutliche Zunahme der bereitgestellten und genutzten ESS nach erfolgter Renaturierung, welche in einem dauerhaft gesteigerten direkt monetären sowie ideellen Nutzwert für die Region resultieren.

### DESSIN

Das EU-Vorhaben DESSIN („Demonstrate Ecosystem Services Enabling Innovation in the Water Sector“) ist ein von IWW koordiniertes Projekt zur Erforschung von Ökosystemleistungen im Wassermanagement mit dem Ziel, technische Innovationen in den Bereichen Wasserqualität und Wasserknappheit in städtischen Regionen Europas voranzubringen.

Der Leitfaden und die begleitenden Materialien des DESSIN ESS Evaluation Framework sind unter [dessin-project.eu/?page\\_id=2050](http://dessin-project.eu/?page_id=2050) kostenlos zum Download bereitgestellt.

### Ökosystemleistungen

Beitrag von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, welcher in drei Kategorien von Ökosystemleistungen unterschieden wird: bereitstellende Leistungen (provisioning services), regulierende und aufrechterhaltende Leistungen (regulating and maintenance services) sowie kulturelle Leistungen (cultural services).

### DPSIR-Ansatz

Von der Europäischen Umweltagentur genutztes, kausales Rahmenwerk zur Beschreibung der Interaktionen zwischen Gesellschaft und Umwelt mittels treibender Kräfte (driving forces oder drivers), Belastungen (pressures), Zustand (state), Auswirkungen (impacts) und Reaktionen (responses) (Gabrielsen and Bosch, 2003).

**Literatur:** Barabas, G.; Bauer, T. K.; Budde R.; Janßen-Timmen, R.; Micheli, M.; Neumann, U.; Rappe, H. (2013): Regionalökonomische Effekte des Emscherumbaus. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen. Gabrielsen, P.; Bosch, P. (2003): Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. EEA internal working paper, August 2003. Hecht, D.; Karl, H.; Werbeck, N. (2015): RUFIS. Beiträge zur Ballungsraumforschung. Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie an der Unteren Wupper. Kosten-Nutzen-Analyse am Beispiel der Wärmebelastung. Bochum (Heft 15). Radschlag, IGS (2013): Bericht zum Projekt Radverkehrsanalyse auf der Römer-Lippe-Route. Radschlag – Büro für Tourismus und Radverkehr; IGS – Ingenieurgesellschaft Stolz mbH Verkehrsplanung und Beratung.

# Perchlorat: Ein relevanter Spurenstoff in Trink- und Badebeckenwässern?

Dr. Achim Rübel & Barbara Hennig

## Hintergrund

Das Vorkommen des toxikologisch relevanten Perchlorats in Trinkwasser ist in der internationalen Literatur mehrfach beschrieben. Ein Eintrag kann einerseits über die Ressource (z. B. Grund- und Oberflächenwasser) oder über den Einsatz von Desinfektionsverfahren (z. B. mit Hypochloritlösung oder Chlordioxid) erfolgen. In Deutschland gab es bisher keine systematischen Untersuchungen über das Vorkommen von Perchlorat in den Ressourcen zur Trinkwassergewinnung, in desinfierten Trinkwässern sowie in Schwimm- und Badebeckenwässern.

Vor diesem Hintergrund bearbeitete das IWW zusammen mit dem TZW ein vom DVGW gefördertes Forschungsprojekt mit dem Titel „Vorkommen und Bildung von Perchlorat bei der Aufbereitung von Trink- und Badebeckenwässern“.

Die Arbeitsschwerpunkte des IWW im Rahmen des Verbundprojektes waren wie folgt:

- Durchführung eines Monitoringprogramms, um erstmalig eine umfassende Datenbasis zum Vorkommen von Perchlorat in Trink-, Grund-, Oberflächen- und Beckenwässern sowie in Kläranlagenabläufen in Deutschland zu erhalten.
- Identifizierung von möglichen Quellen und Eintragungspfaden von Perchlorat in Trink- und Beckenwässern.

Ein toxikologisch relevanter Eintrag von Perchlorat in Trinkwasser ist über die Ressourcen bzw. den Einsatz der Desinfektion nicht zu erwarten. Nur in seltenen Einzelfällen kann durch eine lokale Kontamination von Grundwasser / Uferfiltrat im Trinkwasser eine Perchloratkonzentration in unteren  $\mu\text{g/l}$ -Bereich auftreten.

- Untersuchung zum Vorkommen und zur Bildung von Perchlorat und Chlorat bei der Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwässern mittels Membranelektrolyse.
- Empfehlung von Maßnahmen zur Minimierung der Perchloratkonzentration im Beckenwasser bei Desinfektion mittels Hypochloritlösungen, die vor Ort mit der Membranelektrolyse hergestellt wurden.

Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Projekt sind nachfolgend auszugsweise dargestellt.

## Monitoring von Perchlorat in Grundwasser



Grundwassermessstelle

Perchlorat war in der überwiegenden Anzahl an untersuchten Grundwässern (71 von 75) sowie in allen Brunnenwässern (Rohwasser) nicht nachweisbar ( $< 1 \mu\text{g/l}$ ).

In einem Einzugsgebiet wurde an verschiedenen Messstellen eine Perchloratkonzentration im einstelligen  $\mu\text{g/l}$  Bereich festgestellt (Höchstwert:  $5,2 \mu\text{g/l}$ ). In diesem Einzugsgebiet findet eine intensive gartenbauliche Nutzung statt.

## Monitoring von Perchlorat und Chlorit/Chlorat in desinfierten Trinkwässern



In allen untersuchten Trinkwässern nach Desinfektion mit Chlordioxid lag die Konzentration an Perchlorat unter der Bestimmungsgrenze ( $< 1 \mu\text{g/l}$ ). Weiterhin lag bei keinem der untersuchten Trinkwässer aus sieben Wasserwerken die Konzentration an Chlorit bzw. Chlorat über dem zulässigen bzw. empfohlenen Höchstwert von  $0,2 \text{ mg/l}$ .

Das Vorkommen von Perchlorat in Trinkwasser über die Desinfektion mit Chlordioxid ist bei der Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht zu erwarten ( $< 1 \mu\text{g/l}$ ). Der vorläufige gesundheitliche Leitwert des Umweltbundesamtes für Perchlorat in Trinkwasser von  $5^\circ \mu\text{g/l}$  ist damit eingehalten.

## Monitoring von Perchlorat in Schwimm- und Badebeckenwässern

Im Rahmen des Monitorings wurden elf Bäderbetriebe ausgewählt, die nach dem Verfahren der Membranelektrolyse (Anzahl 4) bzw. mit gebrauchsfertigen Hypochloritlösungen (Anzahl 7) desinfierten (Abb. 1).

Perchlorat war in allen Beckenwässern der untersuchten Bäderbetriebe nachweisbar, deren Desinfektionskapazität mit Hypochloritlösung aus der Herstellung mit einem Membranelektrolyse-Verfahren (A) bzw. aus

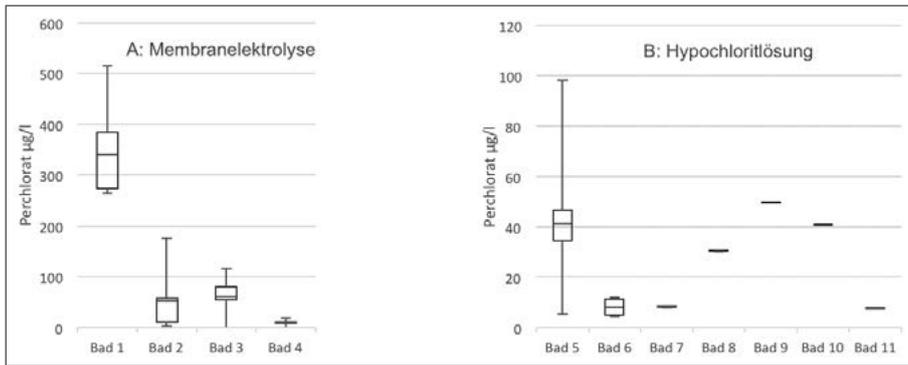


Abb. 1: Messergebnisse des Monitorings von Beckenwässern auf Perchlorat (Kastendiagramm: Minimum, 25 %-Quantil, Median, 75 %-Quantil, Maximum).

gebrauchsfertigen Hypochloritlösungen (B) erzeugt wird. Die Perchloratkonzentration in den Beckenwässern variierte stark von < 1 µg/l bis 515 µg/l. Die Median-Werte der untersuchten Bäder variierten von 7,2 µg/l bis 340 µg/l. Die höchsten Perchloratkonzentrationen wurden in Beckenwässern festgestellt, die mit dem Verfahren der Membranelektrolyse desinfiziert werden.

In Ermangelung eines toxikologisch begründeten Referenzwertes für Perchlorat in Beckenwässern erfolgte ein Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit dem Parameterhöchstwert für Bromat von 2 mg/l nach DIN 19643. Der Vergleich zeigt, dass alle in den Beckenwässern gemessenen Konzentrationen an Perchlorat deutlich niedriger als der Parameterhöchstwert für Bromat lagen.

Die Perchloratkonzentration in den untersuchten Hypochloritlösungen am Auslauf der Produkttanks nach Membranelektrolyse (s. Tabelle) variierte sehr stark sowohl von Badebetrieb zu Badebetrieb, von Anlagentyp zu Anlagentyp als auch von Messung zu Messung (von < 1 mg/l bis 233 mg/l). Die Chloratkonzentration zeigte ebenfalls eine hohe Schwankungsbreite von 1.540 mg/l bis 22.200 mg/l.

*Besonderer Dank gilt dem DVGW für die Förderung des Projektes (W4/03/12B).*

*Bei Fragen steht Ihnen Dr. Achim Rübel (a.ruebel@iww-online.de) sehr gerne zur Verfügung.*

Perchlorat wird insbesondere bei der Membranelektrolyse gebildet und über das Desinfektionsmittel in das Beckenwasser eingetragen. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die Prozesse und Vielzahl an Einflussfaktoren auf die Bildung von Perchlorat im Detail zu verstehen, damit gezielt Maßnahmen zur Minderung ergriffen werden können.

### Monitoring von Perchlorat und Chlorat in Desinfektionsmittelstammlösungen nach Membranelektrolyse in Bäderbetrieben



### Untersuchung von Hypochloritlösungen nach Membranelektrolyse aus vier verschiedenen Bäderbetrieben (Bad 1 bis Bad 4)

	Messwert von	Perchlorat	Perchlorat / 1,2 mg Chlor	Chlorat	Chlorat / 1,2 mg Chlor	Massenanteil NaClO <sub>3</sub> an Aktivchlor**	Aktivchlor
		mg/l	µg	mg/l	µg	%	g/l
Bad 1	März–July 2015	43,2	3,5	1.540	120	12,8	15,2
Bad 2	April 2012*	130	–	22.200	–	–	–
Bad 2	August 2012*	233	15,6	1.220	82	8,7	17,9
Bad 3	September 2014	24	1,5	3.080	195	20,7	19,0
Bad 3	Juni 2015	1,4	0,19	2.880	223	23,7	15,5
Bad 4	September 2014	150	6,6	4.040	178	18,9	27,2
Bad 4	Juni 2015	< 1	< 0,05	5.140	242	25,7	25,5

\*Messwert aus IWW-Voruntersuchung

\*\* Vergleich mit Vorgabe von DIN EN 15077 (2013-08) für ein Handelsprodukt: „NaClO<sub>3</sub> darf einen Massenanteil von 5,4 % an Aktivchlor zum Zeitpunkt der Lieferung durch den Hersteller nicht überschreiten.“

# Vom Versuch in den technischen Maßstab – IWW-Vorarbeiten als Grundlage für die Planung von Aufbereitungsanlagen im technischen Maßstab

Dr. Dieter Stetter

Im Verlauf von nunmehr über dreißig Jahren IWW-Forschungs- und Beratungstätigkeit wurden durch Vorversuche im halbertechnischen Maßstab oder entsprechende Forschungsprojekte die Grundlagen der Konzeption für eine ganze Reihe von technischen Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung gelegt.

Die ersten Versuche im Jahr 1986 hatten zum Ziel, eine für die Entfernung bzw. Zerstörung von Monochloramin im filtrativen Prozess geeignete Korn-Aktivkohle zu ermitteln. Benötigt wurde ein solches Verfahren vom damaligen Kuratorium für Heimdialyse, einem Betreiber von Dialysezentren. Diesem Kunden war ein Zusammenhang von statistisch häufigeren Gesundheitsschäden einer bestimmten Art durch die Dialyse in Städten mit aus Flusswasser aufbereitetem Trinkwasser aufgefallen. Dies hat den Hintergrund, dass Monochloramin die damals üblichen Aufbereitungsschritte für Dialysewasser – Enthärtung und Umkehrosmose – passierte, dann direkt mit dem Blut der Patienten in Kontakt kam und dort Zellen schädigte.

Monochloramin entsteht bei der Chlorung von noch ammoniumhaltigem Trinkwasser, insbesondere bei der Aufbereitung von Trinkwasser aus Flusswasser in der Winterzeit, da der Ammoniumabbau bei der Aufbereitung oft nicht mehr vollständig ist. Im Rahmen einer mehrmonatigen Pilotierung in der Winterzeit wurden mehrere Aktivkohlen für diesen Zweck untersucht, die notwendige Kontaktzeit und eine Reihenfolge der Eignung bestimmt. Bei entsprechender Gefährdung werden seit dieser Zeit Aktivkohlefilter zu diesem Zweck in die Verfahrensfolgen aufgenommen.

Ab Anfang der 1990er Jahre wurden an mehreren Standorten Pilotversuche zur Schnellentcarbonisierung (SEC) mit schnelllöslicher Kalkmilch und die anschließende Filtration durchgeführt. Die aus den damaligen Ergebnissen realisierten technischen Anlagen sind heute noch weitestgehend unverändert in Betrieb. Im **Wasserwerk Meerbusch** wurde die damals noch sehr neuartige feindisperse Kalkmilch erstmals zur Schnellentcarboni-

sierung mit einem Versuchsreaktor der Preussag Wassertechnik erprobt, geeignete Methoden zur genauen Dosierung getestet und auch passende Filterschichtaufbauten pilotiert. Im **Wasserwerk Flüren der Stadtwerke Wesel** wurde dieser Prozess nun mit IWW-eigenen Versuchsanlagen für eine etwas andere Rohwasserbeschaffenheit erprobt und die Grundlagen für die Filterdimensionierung gelegt. Im **Wasserwerk Kempen** wurde wieder an einer IWW-eigenen Versuchsanlage die Schnellentcarbonisierung von eisenhaltigem und enteisenem Rohwasser miteinander verglichen und das Gesamtverfahren aus Voraufbereitung, Schnellentcarbonisierung für schwankende Durchsätze sowie stop and go-Betrieb und passendem Filterschichtaufbau konzipiert. Weiterhin wurden erstmals **Kalkmilch und Natronlauge gemeinsam** zur Entcarbonisierung eingesetzt, um die wasserchemischen Vorzüge beider Verfahren zu nutzen und die gewünschte Trinkwasserbeschaffenheit mit einer Härte im Bereich „mittel“ zu erreichen. Im **Wasserwerk Wittenhorst** wurde die

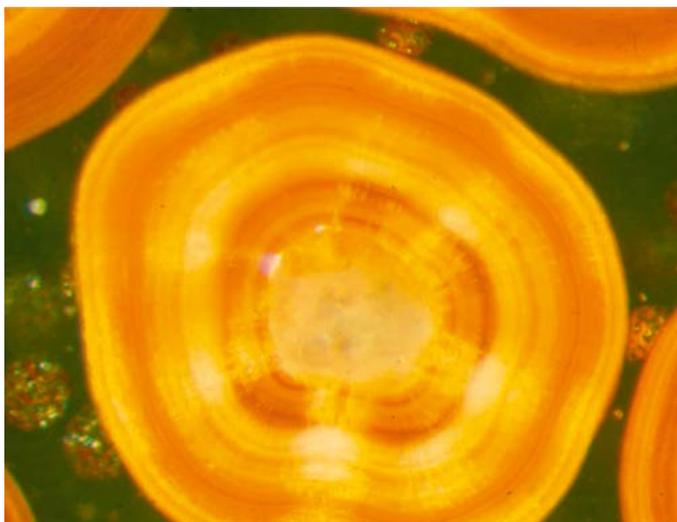


Abb. 1: SEC-Pellet mit unterschiedlich eisenhaltigen Schichten



Abb. 2: SEC-Pellets und Granatsand-Impfmaterial



Abb. 3: IWW-Versuchsanlagen zur Schwermetallentfernung mit selektiven Ionenaustauschern



Abb. 4: Versuchsanlage zur Partikeleliminierung mittels Ultrafiltration

Entcarbonisierung von unbelüftetem stark eisenhaltigem Rohwasser untersucht. Man fand heraus, dass bei der dortigen Kombination aus erwünschter Härtereduktion und Eisenkonzentration im Rohwasser der SEC-Prozess nur mit belüftetem Rohwasser nicht aber mit sauerstofffreiem Rohwasser stabil zu betreiben ist (Abb. 1, Abb. 2). Eine ganz besondere Pilotierung war die Entwicklung des sog. **Kevelaer-Verfahrens**. Hier wurde im **Wasserwerk Kevelaer** die Entfernung von Nickel aus Grundwasser mittels Schnellentcarbonisierung und anschließender Filtration bei hohem pH-Wert entwickelt, um die sehr hohen Nickelkonzentrationen im Brunnenwasser von bis zu 100 µg/l auf deutlich unter 20 µg/l zu senken. Einen ersten Abschluss fand die Pilotierungsreihe zur Schnellentcarbonisierung mit den Versuchen im **Wasserwerk Broichhof der Stadtwerke Neuss**. Dort wurde der Prozess mit Natronlauge erprobt, um mit der weitestgehenden Enthärtung des zuvor denitrifizierten Wassers vor der Versickerung eine einfache Integration (keine Filtration, kein Trinkwasserspeicher) dieses Verfahrensschrittes in den bestehenden Verfahrensablauf zu erreichen.

Bei der Beschäftigung mit der Entfernung von Nickel im Wasserwerk Kevelaer waren weitere mögliche Verfahrenstechniken erkannt worden, die jedoch wegen noch fehlender Erfahrung von den Behörden nicht für eine technische Lösung akzeptiert wurden. Nach ausführlichen Untersuchungen im Labormaßstab im IWW wurde der Einsatz von **selektiven Ionenaustauschern zur Schwermetallentfernung** (Abb. 3) in einem umfangreichen BMBF-Forschungsprojekt am

Wasserwerk Rassel der NVV untersucht und bis zur Praxisreife entwickelt. Nach einem von IWW begleiteten Praxisversuch zur Aufnahme dieses Austauschertyps in die Liste der Aufbereitungsstoffe nach § 11 TrinkwV, wird das Verfahren in Deutschland in mehreren Wasseraufbereitungsanlagen (z. B. bei den Stadtwerken Dillingen/Saar) mit großem Erfolg zur Entfernung von Nickel eingesetzt.

In einem DVGW-Forschungsprojekt wurde zudem in Pilotversuchen ein etwas weniger effektives, dafür aber sehr einfaches Verfahren zur Entfernung von Nickel entwickelt: Die Dosierung von Mangan(II)Chlorid zur Verstärkung der Entmanganung mit gleichzeitiger Entnickelung in bestehenden Filteranlagen. Auch hier wurde ein Praxisversuch zur Aufnahme des Aufbereitungsstoffes in die Liste nach § 11 TrinkwV von IWW begleitet. Das Verfahren ist inzwischen seit mehreren Jahren im **Wasserwerk Getelo** des Wasser- und Abwasserzweckverbandes Niedergrafschaft und anderen Wasserwerken in Deutschland im Einsatz.

Ein Meilenstein für die Pilotierung von Ultrafiltrationsanwendungen (Abb. 4) durch das IWW waren die mehrjährigen Untersuchungen im Wasserwerk Roetgen der WAG Nordeifel zur Aufbereitung von Rohwasser aus der Dreilägerbachtalsperre. Diese führten letztendlich zur Realisierung der deutschlandweit größten Anlage dieser Art und beförderten zudem die Karrieren der damaligen Doktoranden Panglich und Berg zum ordentlichen Professor an der Universität Duisburg Essen, bzw. zum technischen Geschäftsführer der inge GmbH, einem

weltweit renommierten Produzenten von Ultrafiltrationsmembranen. Neben weiteren MF/UF-Pilotierungen wurden im Rahmen der Entwicklung von Enthärtungsverfahren auch mehrmals Pilotuntersuchungen zur Enthärtung und Entsalzung mittels Umkehrosmose und Nanofiltration durchgeführt und technische Anlagen konzipiert (Abb. 5). So wurde beispielsweise im Anschluss an IWW-Pilotversuche in Greußen (Thüringen) vom dortigen Wasserversorger TAZ Helbe-Wipper eine Nanofiltrationsanlage zur Aufbereitung eines extrem harten und sulfatreichen Trinkwassers errichtet.

Mit dem Hintergrund von dreißig Jahren Erfahrung mit der Pilotierung von Wasseraufbereitungsprozessen ist die IWW-Wasser-technologie auch für kommende spannende Verfahrensentwicklungen gut gerüstet.



Abb. 5: IWW-Versuchsanlage zur Enthärtung / Entsalzung mittels Umkehrosmose / Nanofiltration



Lucie Triem Sperkova ist seit dem 01.04.2016 im Geschäftsfeld Zentrale Koordination / Probenahme Geschäftsfeld als Logistik-Fachkraft tätig.



Verena Thöne ist seit dem 01.05.2016 als wissenschaftliche Mitarbeiterin in beiden Bereichen Wasserressourcen-Management und Wasserökonomie aktiv.

Jan Funke ist seit Juni 2016 als wissenschaftlicher Mitarbeiter für das Geschäftsfeld OCA tätig. Nach seiner Promotionsarbeit wird er das ZIM-Kooperationsprojekt „Multi-Cal“ mit abschließen.



Jennifer Schröder ist seit August 2016 Chemielaborantin des Geschäftsfeld OCA. Schwerpunktmäßig tätigt sie Laborarbeiten im Projekt „Non-Target-Analytik für eine proaktive Rohwasserüberwachung“.



Florian Schindler ist seit August 2016 im Wasserressourcen-Management. Nach seinem Studium der Geowissenschaften unterstützt er dort als wissenschaftlicher Mitarbeiter den Ressourcenschutz.



Timo Wischmann verstärkt seit dem 01.08.2016 unser Team Softwareentwicklung. Schwerpunktmäßig wird er an der Weiterentwicklung unseres Labormanagementsystems LABbase arbeiten.

Vanessa Hinnenkamp ist seit Oktober 2016 als Doktorandin im Geschäftsfeld OCA tätig. Sie beschäftigt sich in ihrer Promotion mit der Identifizierung von unbekannt organischen Wasserinhaltsstoffen.



Im Rahmen des internationalen EU-geförderten Marie Skłodowska-Curie Forschungsprogramms ist Alexandra Giber seit dem 01.11.2016 für das Projekt „Inspiration“ als Doktorandin im IWW tätig.



Nina Sips verstärkt seit dem 01.11.2016 den Bereich Wasserökonomie und Management als Doktorandin. Die Stelle wird durch die Stiftung Zukunft NRW gefördert.



### Jubiläen „25 Jahre am IWW“

Dr. Reinhard Fohrmann ist seit dem 07.10.1991 im IWW und leitet den Geschäftsbereich Wasserressourcen-Management sowie das Geschäftsfeld Ressourcenschutz.



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

### Impressum

#### Herausgeber

IWW, Moritzstr. 26,  
 45476 Mülheim an der Ruhr  
 An-Institut der Universität Duisburg-  
 Essen; Mitglied im DVGW-Instituts-  
 verbund und der Johannes-Rau-  
 Forschungsgemeinschaft NRW  
 Telefon: +49 (0)208-4 03 03-0  
 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

[shutterstock.com/patpitchaya](http://shutterstock.com/patpitchaya), Aaron  
 Amat, Andrey Armyagov, Elovich

#### Verantwortlich

Lothar Schüller, Geschäftsführung

#### Redaktion

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

#### Konzeption & Gestaltung

heavysign!  
 Agentur für Werbung und Kommunikation,  
 Essen