

## TrinkWave

### Planungsoptionen und Technologien der Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung in urbanen Wasserkreisläufen



#### KOORDINATION

Technische Universität München  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes  
 Tel.: +49 208 40303-100  
 E-Mail: [jdrewes@tum.de](mailto:jdrewes@tum.de)  
[www.wasser.tum.de/trinkwave/startseite](http://www.wasser.tum.de/trinkwave/startseite)

Weltweit rückt die Nutzung von gebrauchtem Wasser als alternative Wasserressource in den Fokus. Schon heute gibt es dafür viele Beispiele, vornehmlich in trockenen und halbtrockenen Regionen. Hier wird lokal anfallendes gereinigtes Abwasser als nachhaltige und kostengünstige Alternative anstelle von Oberflächen- oder Grundwasserressourcen verwendet. Aber auch in klimatisch gemäßigten Gegenden wie Deutschland kann zu Zeiten extremer Trockenheit das Wasser regional knapp werden und so eine Wiederverwendung ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein.

#### Projektziele

Aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen in der Grundwasserbewirtschaftung in Deutschland entwickelt das TrinkWave Projekt energieeffiziente, naturnahe Aufbereitungsprozesse für eine Wasserwiederverwendung ohne den Einsatz von Hochdruckmembranen. Um eine ausreichende Trinkwasserqualität sicherzustellen, werden in einem sogenannten Multibarrierensystem mehrere aufeinanderfolgende Verfahrensschritte auf Basis einer sequentiellen Grundwasseranreicherung kombiniert, um möglichst alle störenden Stoffe aus dem Abwasser zurückzuhalten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entfernung von Krankheitserregern, Antibiotikaresistenzgenen und organischen Spurenstoffen. Das Projekt ist in sechs Arbeitspakete untergliedert, die eine ganzheitliche Betrachtung des Themas unter Berücksichtigung technischer, wasserrechtlicher und sozialwissenschaftlicher Aspekte erlauben:

- ▶ Wesentliche Hürden für die Wiederverwendung von gebrauchtem Wasser sind bislang rechtliche Unsicherheiten zu Qualitätsanforderungen, eine mangelnde Kenntnis darüber, wie zuverlässig die eingesetzten Aufbereitungsverfahren sind sowie Bedenken der Verbraucher. Erstmals wird dieses Projekt daher multidisziplinäre Bewertungsansätze entwickeln, anhand derer Verfahrenskombinationen zur Wasserwiederverwendung beurteilt werden.
- ▶ Diese Ansätze dienen u.a. dazu, wasserrechtliche Konflikte zwischen Grundwasserschutz und Wasserwiederverwendung anhand von Fallbeispielen wissenschaftlich zu bewerten, eindeutige Kriterien für die Anforderung an die Qualität festzulegen und so die Akzeptanz für eine Wiederverwendung zu erhöhen.
- ▶ Alternative Verfahrenskombinationen werden mit Hilfe von naturnahen, aber technisch modifizierten Hybridfiltrationssystemen weiterentwickelt, die Mehrfachbarrieren für mikrobielle und chemische Kontaminanten, hohe Infiltrationsraten, einen hohen Grundwasserschutz sowie hohe Prozessstabilität bieten.
- ▶ Dafür werden technische Richtlinien, Handlungsempfehlungen und Validierungsansätzen für die Planung, Bewertung, Optimierung und Überwachung der Entfernungsleistung existierender und innovativer Multibarrierensysteme entwickelt.
- ▶ Zur Beurteilung der Wasserqualität dienen neue chemische und genetische Leitparameter.
- ▶ Eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung entwickelt Ansätze zur Risikokommunikation mit Nutzern und Interessengruppen.

#### Zwischenergebnisse

Das neue Aufbereitungskonzept bestehend aus einem Mehrschichtfilter zur Vorbehandlung, einem Zwischenspeicher (2.700 L) und dem neuen SMARTplus System wurde an der Technischen Universität München im halbtechnischen Maßstab aufgebaut und im Frühjahr 2017 mit Kläranlagenablauf in Betrieb genommen. Zentrale Elemente von SMARTplus sind die Infiltration des gereinigten Abwassers über einen Sickerschlitzgraben sowie der in situ Eintrag von Elektronenakzeptoren zur Steuerung der Redoxbedingungen. Erste Ergebnisse aus Tracer-Versuchen zeigen, dass es gelungen ist, hydraulische Bedingungen zu erzeugen, die einer Pfropfenströmung in einem homogen durchströmten porösen Medium sehr nahekommt und damit eine kontrollierbare Sequenz von Redoxzonen etabliert.

Für den in situ Eintrag von Sauerstoff wird der Einsatz gaspermeabler Membranen untersucht. Eine besondere Herausforderung stellt dabei der homogene und blasenfreie Eintrag des Gases über den gesamten Querschnitt des Reaktors dar. Darüber hinaus wird auch der Eintrag von Ozon als zusätzliche Barriere für Pathogene und organische Spurenstoffe betrachtet. Weitere laufende Untersuchungen verschiedener Projektpartner umfassen den Einsatz von Elektronendonatoren zur Steuerung der Redoxbedingungen und die Nutzung reaktiver und sorptiver Materialien zur Verbesserung der Reinigungsleistung.

Neben den experimentellen Ansätzen wurden bereits zwei Stakeholder-Workshops durchgeführt, um Risiken und Anforderungen einer Wasserwiederverwendung in Deutschland zu diskutieren. Die Ergebnisse des Workshops zeigen Wege auf, wie der behördliche Umgang mit einer Grundwasseranreicherung im Rahmen einer Wasserwiederverwendung ausgestaltet werden könnte.

#### Ausblick

Die großtechnische Umsetzung der neuentwickelten Aufbereitungsverfahren direkt als Vorstufe der Trinkwasseraufbereitung soll auf einem ehemaligen Wasserwerksstandort in Berlin getestet werden. Dazu erfolgt momentan eine konkretere Planung und Kostenanalyse basierend auf hydrogeologischen Modellierungen und Standortuntersuchungen.