



# Wasserwiederverwendung – ein Thema für deutsche Kommunen, Industrie und Landwirtschaft?

Deutschland gilt als wasserreiches Land – und doch konkurrieren in einigen Regionen Deutschlands die öffentliche Wasserversorgung, Industrie und Landwirtschaft um begrenzte Grundwasserressourcen. Dafür gibt es vielerorts Lösungen wie z. B. die Fernwasserversorgung aus den Mittelgebirgen oder die sogenannte Grundwasseranreicherung, bei der in der Regel Oberflächenwasser aus Flüssen oder Talsperren dem Grundwasser gezielt zugeführt wird. Abwasser ist in Deutschland bislang als Ressource kein Thema – warum eigentlich nicht?

## Aufbereitung für verschiedene Einsatzbereiche

Bislang wurde Abwasser vor allem als (Umwelt-)Belastung gesehen und in Kläranlagen soweit gereinigt, dass es in Flüsse und Bäche möglichst schadlos eingeleitet werden kann. Gereinigtes Abwasser fällt in vielen deutschen Kommunen täglich in großen Mengen an – häufig sogar nah an den potenziellen Nutzern, z. B. der Industrie. Gereinigtes Abwasser ist durch seine Eigenschaften gut für eine weitergehende Aufbereitung geeignet – der Salzgehalt ist moderat, der Nährstoffgehalt weitgehend reduziert, der Feststoffgehalt gering und die Qualität häufig gleichbleibend.

Wenn Wasser als Kühlwasser in der Industrie verwendet wird, dann sind die Anforderungen „geringer Schwebstoffgehalt“ und „keine Belastung durch potenzielle Pathogene, wie z. B. Legionellen“ durch Aufbereitung mittels Mikro- oder Ultrafiltration zu erfüllen. Bei einer Verwendung als Kesselspeisewasser zur Dampf-

erzeugung muss das Wasser zusätzlich möglichst wenige gelöste Mineralien und Metalle enthalten, sodass es im Prozess nicht zur Korrosion oder Feststoffbildung kommt. Dies wird durch die Verfahren Umkehrosmose und Ionenaustausch erreicht.

Bei einer landwirtschaftlichen Verwendung zur Bewässerung spielen nicht nur technische Aspekte und die menschliche Gesundheit eine Rolle. In diesem Anwendungsfall müssen außerdem die Ansprüche der Pflanzen, z. B. an den Salz- oder Nährstoffgehalt, und die Erhaltung der Bodenqualität beachtet werden. Darüber hinaus ist die Beeinflussung von Grundwasser und Oberflächengewässern durch anthropogene Spurenstoffe zu minimieren und ein Risiko für Boden, Grund- und Oberflächenwasser auszuschließen. Zur Entfernung organischer Spurenstoffe werden derzeit oxidative Verfahren wie Ozonung und Adsorption an Aktivkohle eingesetzt.

Die Wiederverwendung von Wasser für die skizzierten Anwendungsfälle verringert die Nutzung von Grundwasserressourcen.

## Beispiele für Wasserverwendung in der Industrie und in der Landwirtschaft

### Industrie: Fallbeispiel Terneuzen, Niederlande

Terneuzen, ein bedeutender Seehafen in den südwestlichen Niederlanden, liegt annähernd auf Höhe des Meeresspiegels und steht vor einer ständigen Bedrohung durch Salzwasserintrusion in die flachen Grundwasserleiter. Die Dow Chemical Company betreibt

hier den zweitgrößten Standort weltweit mit hohem Verbrauch an Kühlwasser sowie Prozesswasser zur Dampferzeugung.



Abbildung 1: Terneuzen, Niederlande (Quelle: Rijkswaterstaat/ Harry van Reeken, <https://beeldbank.rws.nl>)

Die Region am Flussdelta der Schelde leidet zunehmend unter Wasserstress aufgrund des hohen Wasserbedarfs der Industrie, der Landwirtschaft sowie der Gemeinden und Naherholungsgebiete. Die Region importiert bereits seit Jahrzehnten frisches Wasser aus einer 120 km entfernten Quelle, um den Bedürfnissen nach Trinkwasser und industriellem Wasser gerecht zu werden.

Das Wasser wird zuerst von der Gemeinde genutzt, durchläuft dann die Aufbereitung der kommunalen Abwasserbehandlungsanlage und wird anschließend durch Membranfiltration (Membranbioreaktor gefolgt von Umkehrosmose) weiter aufgereinigt für die Wiederverwendung als Kesselspeisewasser und Kühlturmsatzwasser (Groot 2013; Pentair 2017). Nach der Nutzung wird es schließlich in die Atmosphäre verdampft oder nach erneuter Aufbereitung in den Fluss eingeleitet.

### Landwirtschaft: Fallbeispiel Water Conserv II in Orange County, Florida (USA)

Water Conserv II ist eines der weltweit größten Projekte zur landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung und gilt als ein Meilenstein in der Geschichte der Wasserwiederverwendung für die Bewässerung von Nahrungspflanzen.

Das Hauptziel war zunächst, Nähr- und Schadstoffeinträge aus Abwassereinleitungen der Region in den Shingle Creek zu reduzieren und damit eine Eutrophie-

rung des unterliegenden Sees Tohopekaliga zu verhindern. 60 % des gereinigten Abwassers werden zur Bewässerung von Zitrusfrüchten verwendet (1.800 ha) (Andrade 1999). Weitere Ziele der Wasserwiederverwendung in Orange County sind v. a. Verringerung der landwirtschaftlichen Grund- und Oberflächenwasserentnahmen sowie Grundwasseranreicherung.

Das Abwasser wird durch folgende Verfahrensschritte aufbereitet: mechanische Reinigung (Rechen, Sedimentation), biologische Reinigung (Belebtschlammverfahren), Mehrschicht-Filtration und Desinfektion mittels Chlorung.



Abbildung 2: Orangenplantage in Florida, USA (Quelle: Mmacbeth, Wikimedia Commons)

Die Landwirte haben höhere Erträge an Kulturpflanzen und die Grundwasserleiter werden entlastet. Gleichzeitig kommt es zu geringeren Nähr- und Schadstoffeinträgen in die Gewässersysteme, was zu einer erhöhten Biodiversität in den Gewässern führt.

## Wasserwiederverwendung in Europa

In einigen Regionen Europas findet eine Übernutzung von Wasserressourcen statt. Dort wird also mehr Wasser entnommen, als sich auf natürliche Weise neu bildet. In mediterranen Regionen wird dies insbesondere durch die Bewässerungslandwirtschaft verursacht.

Aber auch Urbanisierung und wirtschaftliche Aktivität sind Faktoren der Übernutzung. Der eintretende Klimawandel und die zu erwartende Steigerung des Wasserbedarfs (z. B. in der Beregnungslandwirtschaft) werden vielerorts zu sich verschärfenden Ressourcenproblemen führen. Diese Randbedingungen haben zur

Tabelle: Allgemeine Voraussetzungen für eine Wasserwiederverwendung

Volkswirtschaftliche Kriterien	Betriebswirtschaftliche Kriterien	Ökologische Kriterien
Wasserknappheit; Konkurrenzsituation bei Wassernutzung Industrie/Landwirtschaft/Kommunen	Möglichkeit der Optimierung/Schließung eines Wasserkreislaufes	Ökologische Vorgaben (z. B. Verringerung des Abwasseranteils in Bächen und Flüssen)
Gesellschaftliche Akzeptanz; Technische Bereitschaft	Vorhandensein von Mitteln/Kapital für Wasseraufbereitung	Gravierende Beeinträchtigungen der lokalen Grund- und Oberflächenwasserqualität
Administrative Vorgaben (z. B. Subventionen)	Kostenintensive Nutzung lokaler Wasserressourcen	

Umsetzung von Maßnahmen zur Wasserwiederverwendung geführt. In Italien wird beispielsweise gezielt gereinigtes Abwasser zur Tröpfchenbewässerung von Olivenbäumen genutzt, wobei gleichzeitig der Stickstoff aus dem Wasser als Nährstoff dient. In Großbritannien wird in Flag Fen ein Kraftwerk mit hochaufbereitetem Abwasser der Nachbargemeinde versorgt. Spitzenreiter bei der Wasserwiederverwendung innerhalb der EU ist Spanien, wo seit 2007 ein rechtlicher Rahmen hierzu existiert. 75 % des wiederverwendeten Wassers werden dort in der Landwirtschaft eingesetzt (Magno o. J.).

## Rechtliche Voraussetzungen einer Wasserwiederverwendung in Deutschland

Auch nach der Behandlung in den drei üblichen (mechanischen, biologischen und chemischen) Stufen einer Kläranlage ist Abwasser immer noch belastet: Mikroorganismen, Schwebstoffe, gelöste Schwermetalle, aber auch Färbung, Geruch und organische Spurenstoffe setzen weiteren Anwendungen zunächst Grenzen. Ohne darüber hinausgehende Aufbereitung ist es – in Abhängigkeit vom beabsichtigten Einsatzfeld – häufig nicht oder nur bedingt nutzbar. Aber nicht für alle Anwendungen ist tatsächlich Trinkwasserqualität erforderlich, so dass für viele Anforderungen auch vergleichsweise einfache Aufbereitungen ausreichen. Was viele Anwendungen jedoch erfordern, sind gleichbleibende Qualitäten; auch muss eine Wiederverkeimung vermieden werden.

Nach dem Vorsorgeprinzip sind in Fällen, in denen Risiken für menschliche Gesundheit oder Umwelt zu erwarten sind, Maßnahmen auch dann zu ergreifen, wenn die Wahrscheinlichkeit des tatsächlichen Eintritts

eines Schadens wissenschaftlich nicht ermittelbar ist. Der aktuelle Rechtsrahmen setzt daher in Deutschland der Abwasserwiederverwendung Grenzen. Unter der Perspektive der Vorsorge ist für bestimmte Anwendungen, z. B. in der Landwirtschaft oder zur Grundwasseranreicherung, auch die Belastung mit Umweltchemikalien und Spurenstoffen einzugrenzen. Die MULTI-ReUse-Verfahren erlauben eine gezielte Aufbereitung auf die gewünschte Prozess- oder Bewässerungswasserqualität.

## Wird Wasserwiederverwendung in Deutschland ein Thema?

Außerhalb von Deutschland ist Wasserwiederverwendung eine erfolgreiche wasserwirtschaftliche Maßnahme, um beispielsweise die steigende Nachfrage nach Wasser durch eine wachsende Bevölkerung oder expandierende Wirtschaft zu bedienen und gleichzeitig die natürlichen Gewässer zu schonen. Und dies gilt nicht nur für aride Gebiete, sondern auch für gemäßigte Klimazonen: Hier geht es zumeist um konkurrierende Verwendungen des Grundwassers. Voraussetzungen für eine Wasserwiederverwendung sind, dass die Ressource Abwasser zuverlässig zur Verfügung steht und die adäquate Aufbereitungstechnologie für den jeweiligen Anwendungszweck genutzt wird.

Als Hürden für eine Wasserwiederverwendung in Deutschland in Industrie und Landwirtschaft erweisen sich fehlende rechtliche und organisatorische Vorgaben, offene Fragen zu Umwelt- und Gesundheitsrisiken sowie die Frage der Kosten für Anbieter und Verbraucher. MULTI-ReUse erarbeitet bis Mitte 2019 weitere Orientierungen anhand eines konkreten Fallbeispiels in Norddeutschland, um zu zeigen, wie weit es in Deutsch-

land sinnvoll sein könnte, aus Siedlungsabwasser Wasser für die genannten Einsatzzwecke zu produzieren. Der MULTI-ReUse Forschungsverbund kann interessierte Kommunen, wasserwirtschaftliche Verbände und die Regionalplanung in ihrer Bewertung und Entscheidungsfindung unterstützen.

### Kurzbeschreibung Projekt MULTI-ReUse

Gereinigtes Abwasser ist ein wichtiger Teil des Wasserkreislaufs. Eine Einleitung in Flüsse ist aus Umweltsicht akzeptabel, aber für eine wirtschaftliche Nutzung ist das Wasser meistens ungeeignet. MULTI-ReUse schließt diese Lücke und eröffnet durch die Entwicklung und Anwendung neuer Verfahren weitere Anwendungsmöglichkeiten für Betriebswasser. Ziel des Projektes ist die Entwicklung, Demonstration und Bewertung eines modularen Aufbereitungssystems. Damit soll das Betriebswasser in unterschiedlichen Qualitäten und wechselnden Mengen zu konkurrenzfähigen Preisen angeboten werden.

### Literatur

Andrade, A. (Hrsg.) (1999): Reclaimed Water Guide. Southwest Florida Water Management District

Groot, C. (2013): Fresh thinking to improve business and sustainability. [http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh\\_08d9/0901b803808d92c4.pdf?filepath=liquidseps/pdfs/noreg/609-50111.pdf](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_08d9/0901b803808d92c4.pdf?filepath=liquidseps/pdfs/noreg/609-50111.pdf) (26.07.2017)

Magno, Á. (o. J.): Reuse of Reclaimed Water in Spain. <http://www.bioazul.com/en/reuse-of-reclaimed-water-in-spain/> (26.07.2017)

Pentair (2017): Terneuzen, the Netherlands – municipal wastewater. <http://advancedfiltration.pentair.com/pt-pt/case-studies/de-drie-ambachten> (26.07.2017)

### Autor/innen

Dr.-Ing. Wolf Merkel und Barbara Zimmermann, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim/Ruhr

Dr. Engelbert Schramm, ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH, Frankfurt/Main

Dennis Becker, DECHEMA – Gesellschaft für chemische Technik und Biotechnologie e. V., Frankfurt/Main

Dr. Sebastian Maaßen, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg

Kontakt: [b.zimmermann@iww-online.de](mailto:b.zimmermann@iww-online.de)

### Impressum

Die Erstellung und Veröffentlichung dieses Factsheets erfolgt im Rahmen des MULTI-ReUse Verbundvorhabens, gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 02WAV1403 innerhalb der Fördermaßnahme WavE.

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH  
Moritzstr. 26  
45476 Mülheim an der Ruhr

Internet: <https://water-multi-reuse.org/>  
E-Mail: [info@iww-online.de](mailto:info@iww-online.de)

Presserechtlich verantwortlich:  
Dr.-Ing. Wolf Merkel (Techn. Geschäftsführer)

April 2018

