

# MULTI-ReUse: Modulare Kombination von Technologien zur Wasserwiederverwendung

Die Zahl der Regionen wächst, in denen steigender Wasserbedarf auf lokal begrenzte Wasserressourcen trifft. Weltweit nimmt daher die Bedeutung von Wasserrecycling zu. Auch die EU-Kommission hat das erkannt und in ihrer Strategie zur Kreislaufwirtschaft verschiedene Maßnahmen zur Förderung der Wasserwiederverwendung vorgeschlagen (EU 2018).

Obwohl in den meisten Regionen Deutschlands die Wasserversorgung auch in extremen Trockenperioden gesichert ist, hat es bei einigen Wasserversorgern und Industrieunternehmen bereits Engpässe gegeben. Langfristige Prognosen lassen befürchten, dass sich dieses Problem in einzelnen Regionen zuspitzen wird, z. B. dann, wenn die Ansiedlung größerer Industrieunternehmen geplant ist, wie das in der Region Nordenham in Niedersachsen der Fall ist.

Der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV) geht dieses Problem aktuell an und möchte am Klärwerk Nordenham Abwasser für die Industrie aufbereiten und testet dafür mit dem Verbund MULTI-ReUse ein modulares Aufbereitungssystem unter realen Bedingungen.

Grundsätzlich kann das mit der Pilotanlage produzierte Betriebswasser aber nicht nur für industrielle Zwecke, sondern auch in den Sektoren Landwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft und Grundwasseranreicherung genutzt werden (vergl. Abb. 1). Um die Aufbereitungskosten möglichst gering zu halten, ist eine Anpassung der Verfahrenstechnik zur Einhaltung der Mindestanforderungen in den jeweiligen Sektoren notwendig und sinnvoll.

## Nutzungsanforderungen und Märkte

Die Anforderungen an die Aufbereitung sind maßgeblich vom Zweck der Wasserwiederverwendung abhängig. Allerdings sind diese national und international häufig nicht verbindlich und selten einheitlich geregelt. Gute Gründe für eine Wasserwiederverwendung sowie Informationen zu den bestehenden rechtlichen Voraussetzungen und den Anforderungen sind in folgenden Factsheets des Forschungsprojektes MULTI-ReUse zu finden:

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

Anforderungen an die Wiederverwendung von Wasser in der Industrie

Anforderungen an die Wiederverwendung von Wasser im Sektor Landwirtschaft

Anforderungen an die Wiederverwendung von Wasser in der Siedlungswasserwirtschaft

Anforderungen an die Wiederverwendung von Wasser zur Grundwasseranreicherung

## Innovative Verfahrenstechnik

Für anspruchsvolle Nutzungen von Betriebswasser, wie z. B. von vollentsalztem Wasser für industrielle Zwecke, hat sich die Kombination der innovativen

Membranverfahren Ultrafiltration und Umkehrosiose in vergleichbaren Fällen im internationalen Umfeld bereits bewährt. Wesentliche Hinderungsgründe für die weitere Verbreitung dieser Technologie sind die relativ hohen Kosten und nicht ausreichend nutzergerechte Beschaffenheit des produzierten Wassers. Als wesentlicher Faktor bei den Betriebskosten ist dabei die Ausbildung von biologisch aktiven Deckschichten auf den Membranen (Biofouling) zu nennen, welche Druckverlust und Chemikalienbedarf steigern. Durch eine angepasste Vorbehandlung und Optimierung sowie eine Abstimmung von Betriebsparametern und Membraneigenschaften weisen diese signifikante Minderungspotentiale auf. Hier setzt das Projekt MULTI-ReUse an, um einerseits die Synergiepotentiale beider Verfahren weitestgehend auszuschöpfen und andererseits durch eine modulare Aufbereitung unterschiedliche Betriebswasserqualitäten zu produzieren. Die Kernprozesse Ultrafiltration und Umkehrosiose werden durch angepasste Vor- und Nachbehandlungsverfahren, wie Flockung, Pulverkohledosierung, Aktivkohlefiltration und

UV-Desinfektion, ergänzt und unterschiedlich kombiniert. In weiterführenden Factsheets werden die produzierten Betriebswasserqualitäten, deren Verwendungsmöglichkeiten und geeignete Prozesskombinationen beschrieben sowie detaillierte Informationen zu den wesentlichen Prozessen Ultrafiltration, Umkehrosiose und Aktivkohlefiltration gegeben:

- Verfahrensketten zur Aufbereitung von Kläranlagenablauf zu bedarfsgerechten Betriebswasserqualitäten
- Ultrafiltration zur Abwasseraufbereitung für die Wiederverwendung
- Umkehrosiose zur Abwasseraufbereitung für die Wiederverwendung
- Aktivkohlefiltration zur Abwasseraufbereitung für die Wiederverwendung

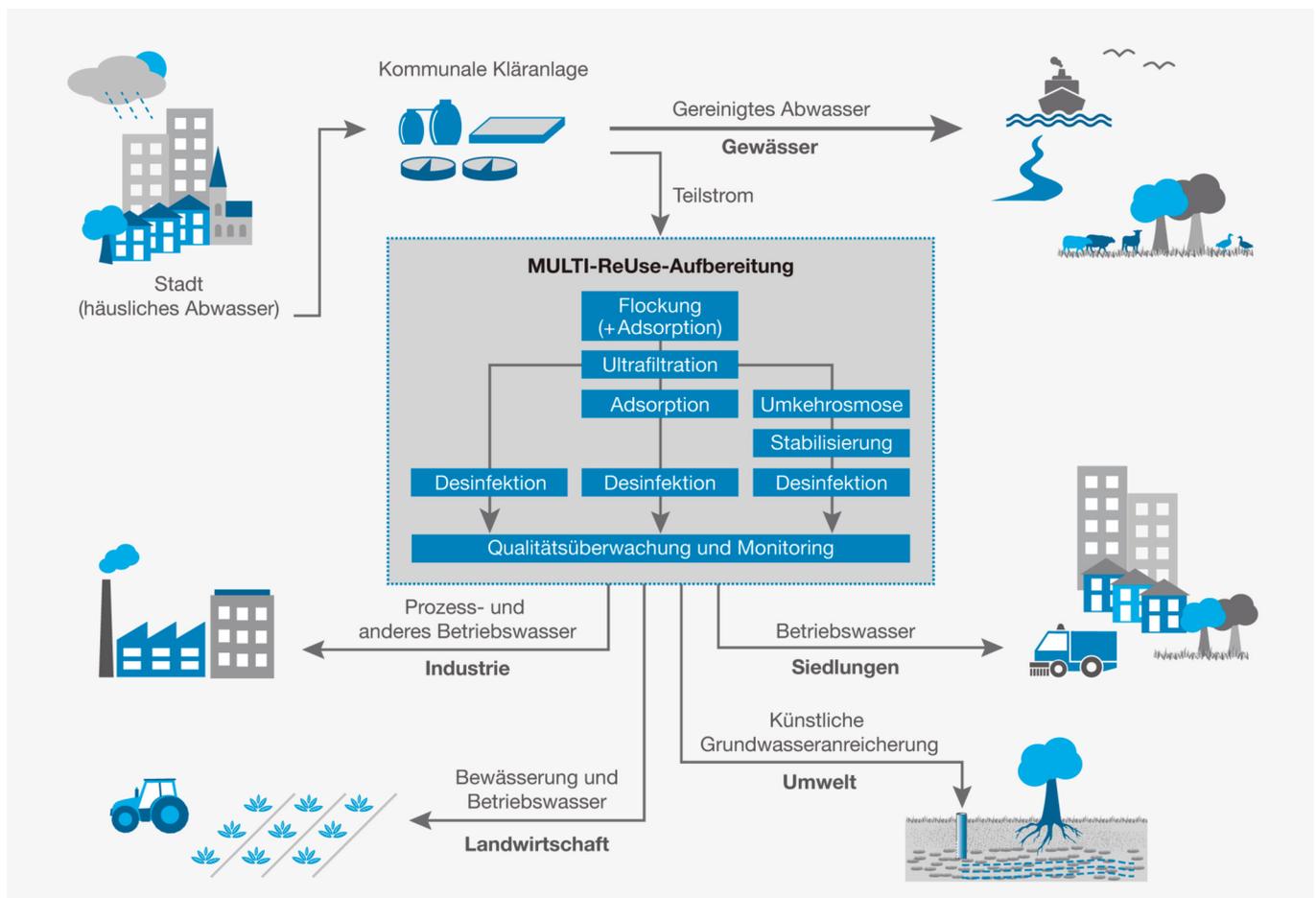


Abbildung 1: Wasserwiederverwendung mit MULTI-ReUse

## Innovative Qualitätsüberwachung

Die Wasserwiederverwendung erfordert einen vorsorgenden Umgang mit den Risiken, die von pathogenen Keimen und chemischen Verbindungen bei der Wassernutzung ausgehen können. Aussagekräftige Parameter zum Hygienestatus und zum mikrobiologischen Wachstumspotential sind deshalb für die Bewertung der Wasser- und Prozessstabilität unbedingt erforderlich. Diese sind einerseits Indikatoren für Fehler oder Probleme im Aufbereitungsprozess und andererseits für die Effizienz der Prozesse im Hinblick auf die mikrobiologische Wasserqualität. Außerdem können damit Fragen zur Stabilität des Wassers bei einer Lagerung oder Verteilung in einem Rohrnetz beantwortet werden.

In MULTI-ReUse wurden deshalb zwei innovative Monitoringverfahren zur mikrobiologischen Prozessüberwachung und zur Einschätzung des Aufkeimungs- und Biofilmpotenzials entwickelt:

Die Durchflusszytometrie ermöglicht die rasche Erkennung von mikrobiologischen Schwankungen in der Wasserqualität und gibt damit Hinweise auf Handlungsbedarf bei der Qualitätssicherung. Die Bestimmung der Bakterienkonzentration ist innerhalb von 15 Minuten möglich und neuerdings sogar im Online-Betrieb. Neben der reinen Quantifizierung einer Zellzahl erlaubt diese Methode die Unterscheidung von intakten und geschädigten Bakterien.

Eine neue Methode zur Bestimmung des biologisch verfügbaren gelösten organischen Kohlenstoffs (BDOC) ist das „Reverse Isotope Labeling“ (RIL). Der damit gemessene Abbau von im Wasser enthaltenen Nährstoffen bzw. DOC lässt Rückschlüsse auf die mikrobielle Aktivität im aufbereiteten Wasser zu.

Die zwei innovativen Monitoringverfahren werden in folgenden Factsheets detailliert beschrieben:

Durchflusszytometrie zur schnellen Bestimmung der im Wasser befindlichen Mikrobiologie und des Aufkeimungspotenzials

„Reverse Isotope Labeling“: Eine neue Methode zur Bestimmung des biologisch verfügbaren gelösten organischen Kohlenstoffs (BDOC)

## Praxistest der MULTI-ReUse-Aufbereitung

Um eine großtechnische Umsetzung der MULTI-ReUse-Technologie am Standort der Pilotanlage bestmöglich vorzubereiten, werden drei Betriebswasserqualitäten mit den innovativen Verfahrensketten unter realen Bedingungen produziert und qualitativ überwacht. In diesem mehrmonatigen Demonstrationsbetrieb werden die Prozesse weiter optimiert und folgende Fragen beantwortet:

- Können die angestrebten Betriebswasserqualitäten dauerhaft, auch bei schwankender Rohwasserqualität, erreicht werden?
- Zeigen die produzierten Betriebswässer toxikologische Wirkungen? Welche Effekte zeigen in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Aufbereitungsverfahren?
- Welche Rohrwerkstoffe sind für ein anwendungsspezifisches Betriebswassernetz erforderlich?

## Bewertungstool für Wasserwiederverwendungsoptionen

Eine Entscheidung über die Umsetzung einer Wasserwiederverwendungsmaßnahme muss für jeden Anwendungsfall individuell getroffen werden. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei die ganzheitliche Bewertung der potenziell geeigneten Verfahrensketten gegenüber dem Status Quo. Dafür wurde ein Bewertungstool entwickelt, mit dem die MULTI-ReUse-Technologie mit der aktuell praktizierten Betriebswasserversorgungsstrategie verglichen wird. Hierbei werden sowohl technische, ökologische, ökonomische als auch soziale Kriterien berücksichtigt. Dieses multikriterielle Bewertungswerkzeug bietet eine Entscheidungsunterstützung bei der Standortwahl und der Beurteilung verschiedener Wasserwiederverwendungsvarianten. Mit seiner Hilfe wird bis Mitte 2019 für mehrere Situationen eine Nachhaltigkeitsbewertung der MULTI-ReUse-Technologien durchgeführt.

## Erarbeitung einer Exportstrategie

Die von MULTI-ReUse untersuchten und für die Wasserwiederverwendung in den unterschiedlichen Anwendungssektoren weiter entwickelten Aufbereitungs- und Monitoringtechnologien können in Ländern mit weniger Wasserverfügbarkeit noch häufiger zur Anwendung kommen als in Deutschland. Damit die Ausbreitung der Technologien nicht dem Zufall überlassen

bleibt, untersucht der Verbund bis Mitte 2019, welche Möglichkeiten zum Export bestehen. Unter anderem können beratende Unternehmen und Anlagenplaner wichtige Multiplikatoren in aussichtsreichen Zielmärkten sein; daher werden die Endergebnisse gut aufbereitet und ihnen zum Projektende vorgestellt.

## Literatur

EU (2018). Water reuse. Europäische Kommission.  
<http://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>  
(Stand 28.05.2018)

## Autor/innen

Anja Rohn, Anil Gaba, Dr. Andreas Nahrstedt,  
IWW Zentrum Wasser, Bereich Wassertechnologie;  
Mülheim an der Ruhr

Kontakt: [a.rohn@iww-online.de](mailto:a.rohn@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)

November 2018

### 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.

