

# Anforderungen an die Wiederverwendung von Wasser in der Industrie

## Herausforderungen

Die Nutzung von Wasser im Rahmen verschiedenster industrieller Prozesse (einschließlich Energieerzeugung) verlangt unterschiedliche Prozesswasserqualitäten. Neben Kühlwässern spielen Spül-, Transport-, Wasch-, Produktwasser und Kesselspeisewasser eine wichtige Rolle. Bezogen auf die Menge an benötigtem Wasser ist Kühlwasser die wichtigste Produktstufe.

Die für die Industrie zentralen Wasserqualitätsparameter sind Trübung, Schwebstoffe, gelöste Mineralien (Salze), Desinfektionsmittel und spezifische anorganische und organische Verunreinigungen. Ein Schwerpunkt liegt auf der mikrobiellen Verunreinigung aufgrund von „Biofouling“ und Biofilmbildung oder als Belastung durch potentielle Pathogene wie Legionellen, coliforme Bakterien und Viren. Die häufigsten Wasserqualitätsprobleme in Kühlwassersystemen sind Korrosion, biologisches Wachstum und Kesselsteinbildung. Diesen Punkten muss besondere Beachtung geschenkt werden in Bezug auf die Wiederverwendung von aufbereiteten Abwässern.

## Vorgehensweise zur Festlegung der Qualitätsanforderungen

Zur Auswahl geeigneter Industriebranchen für das MULTI-ReUse-Verfahren wurde zunächst der Wasserbedarf in Form der industriellen Wassernutzung von den produzierenden Industrien in Deutschland betrachtet. Branchen mit der größten Wassernutzung sind die chemische Industrie, gefolgt von der Metall-

industrie, der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie der Papier- und Textilindustrie. Dies ändert sich auch im internationalen Kontext nicht. Die Herausforderung für die Wasserwiederverwendung in der Industrie ist die Umsetzung der unterschiedlichsten Anforderungen für Prozesswässer in geeignete Qualitätsstufen. Mittels modular aufgebauter Verfahrensketten in MULTI-ReUse können je nach Anspruch unterschiedliche Qualitätsstufen bereitgestellt werden.



Abbildung 1: Chemieindustrie - Rohrleitungen  
(©industrieblick - stock.adobe.com)

In Deutschland gibt es keinen definierten Rechtsrahmen für die Wasserwiederverwendung in der Industrie. Für die unterschiedlichen Prozesswässer sind verschiedene Richtlinien, Normen und Merkblätter vorhanden, darunter fallen insbesondere Kühl- und Kesselspeisewasser (siehe Tabelle 1). Außerdem sind verschiedene

Verordnungen zum allgemeinen Wassermanagement zu beachten (siehe Tabelle 1). Darin spielen die Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sowie die Industriekläranlagenzulassungs- und Überwachungsverordnung eine wichtige Rolle. Die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie von europäischer Seite sind in Deutschland vollständig in nationales Recht überführt, z. B. ist die Liste der prioritären Stoffe in der Oberflächengewässerverordnung umgesetzt. Ferner muss von industrieller Seite die *Directive 2010/75/EU on industrial emissions* beachtet werden und die dazu weiterführenden „Besten Verfügbaren Techniken“ umgesetzt werden.

Anhand der Verordnungen und Richtlinien und den zuvor genannten Herausforderungen wurden drei Qualitätsstufen definiert: (1) Kühlwasser, (2) Kesselspeisewasser, (3) sonstiges Prozesswasser.

Kühl- und Kesselspeisewasser gehören zu den wichtigsten Prozesswässern in der Industrie, daher wurden diese für MULTI-ReUse als Qualitätsstufe definiert. Wichtige zu beachtende Parameter aus den Richtlinien und DIN-Normen in Tabelle 1 sind: Trübung, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Gesamthärte, Säurekapazität, gelöster Sauerstoff, Erdalkalien gesamt, Chlorid, Sulfat, Phosphat, Nitrat, Ammonium, Eisen, Kupfer, Nickel, Chrom, Silikat, Pestizide, TOC, Legionellen, Pseudomonaden und Gesamtkolonieanzahl. Die Qualität für die dritte Qualitätsstufe für sonstiges Prozesswasser soll sich an den Anforderungen der Trinkwasserverordnung orientieren, um ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten zu gewährleisten. Dazu gehören die in der Verordnung aufgelisteten chemischen, physikalischen sowie mikrobiologischen Parameter.

## Internationale Perspektive

Die Anforderungen im europäischen Raum ähneln denen in Deutschland. Auch in Europa ist die Wasserwiederverwendung in der Industrie nicht eindeutig geregelt. Generell ist die WRRL zur Vereinheitlichung der Wasserpolitik in Europa die wegweisendste Richtlinie. Von besonderer Bedeutung für die Industrie ist die Industrieemissionsrichtlinie zur integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung und den verbindlich anzusehenden BVT-Schlussfol-

Tabelle 1: Wichtigste Richtlinien, Normen und Verordnungen für das Wassermanagement und die Wasserwiederverwendung in der Industrie für Deutschland.

<b>Allgemein (Ab)Wassermanagement</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abwasserverordnung (AbwV)</li> <li>■ Oberflächengewässerverordnung (OGewV)</li> <li>■ Grundwasserverordnung (GrwV)</li> <li>■ Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)</li> <li>■ Industriekläranlagen-Zulassungs- und Überwachungsverordnung (IZÜV)</li> <li>■ Wasserhaushaltsgesetz (WHG)</li> </ul>
<b>Kühlwasser</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Richtlinienreihe VDI 3803 „Raumluftechnik, Geräteanforderungen“</li> <li>■ Richtlinienreihe VDI 2047 „Hygiene bei Rückkühlwerken“</li> <li>■ BVT: „Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems“</li> </ul>
<b>Kesselspeisewasser</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DIN EN 12953-10 Großwasserraumkessel: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität</li> <li>■ DIN EN 12952-12 Wasserrohrkessel: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität</li> <li>■ TRD 611 Speisewasser und Kesselwasser von Dampferzeugern</li> <li>■ VdTÜV MB TECH 1453 VdTÜV-Richtlinien für Speisewasser, Kesselwasser und Dampf von Dampferzeugern bis 68 bar zulässigem Betriebsüberdruck</li> <li>■ VGB R 450 L Speisewasser-, Kesselwasser- und Dampfqualität für Kraftwerke/Industriekraftwerke</li> <li>■ Richtlinien bzw. Betriebsvorschriften des jeweiligen Kesselherstellers</li> </ul>
<b>Sonstiges Prozesswasser</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trinkwasserverordnung (TrinkwV)</li> </ul>

gerungen. Die Trinkwasserrichtlinie hat eine wichtige Bedeutung insbesondere in der Lebensmittelindustrie. Neben diesem allgemeinen Gesetzesrahmen haben einige europäische Länder (siehe Tabelle 2) nationale Gesetze bzw. Standards zur industriellen Wasserwiederverwendung verabschiedet.

In Griechenland werden beispielsweise zwei Prozesswasserqualitäten unterschieden, die wichtigsten Para-

meter sind dabei: *Escherichia coli* als mikrobiologischer Parameter, BSB<sub>5</sub>, Trübung und Schwebstoffe. Spanien hat eine ähnliche Vorgehensweise, auch hier gibt es zwei Prozesswasserqualitäten. Die erste Qualitätsstufe ist hauptsächlich für Prozess- und Spülwasserzwecke vorgesehen, die andere Stufe für Kühlwasser und Verdunstungskondensatoren. Neben *E.coli* werden hier noch Nematoden, Salmonellen und Legionellen genannt.

Global und länderspezifisch sind die wichtigsten Richtlinien, die der WHO, der United States Environmental Protection Agency (US-EPA) als auch die Richtlinien von Kalifornien und Australien sowie die noch in Bearbeitung stehende ISO-Guideline. Darüber hinaus sind in den Richtlinien von Japan, Südafrika, China und Singapur Angaben zu der industriellen Wasserwiederverwendung zu finden. Im Vergleich gehen die „Guidelines for Water ReUse“ der US-EPA am genauesten auf die Wasserwiederverwendung in der Industrie ein, mit expliziten Qualitätskriterien für Kühlwasser und Kesselspeisewasser. Außerdem gibt es eine generelle Übersicht zu Prozesswasser in der Industrie und die dazugehörigen Qualitätskriterien der einzelnen Staaten.

## Fazit

Die industrielle Wasserwiederverwendung kann insbesondere in ariden Gebieten oder anderen Regionen, die unter Wasserstress leiden, zur Entlastung der Wasserressourcen aktiv beitragen und für mehr Unabhängigkeit für die Industrie sorgen. In Deutschland könnten Zielmärkte für die entwickelte Technologie in industriellen Ballungsräumen, an Küstenstandorten, städtischen Ballungsräumen oder in Regionen intensiver landwirtschaftlicher Nutzung liegen.

Eine zentrale zu klärende Frage wäre noch die Verteilung der drei ausgewählten Qualitätsstufen zu den Abnehmern. Diese sollten örtlich möglichst in der Nähe liegen. Eine befürwortende Regierung und eine mögliche Subventionierung würde die Durchsetzung auf dem Markt durch ökonomische Anreize beschleunigen. In dem Zuge könnten Kosten reduziert werden, z.B. geringere Entsorgungskosten von Abwasser, Trinkwassereinsparungen oder Reduzierung der Ener-

Tabelle 2: Wichtigste Richtlinien im europäischen und internationalen Raum zum Wassermanagement und Wasserwiederverwendung in der Industrie.

Allgemein (Ab)Wassermanagement
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wasserrahmenrichtlinie (Water Framework Directive – WFD (2000/60/EC))</li> <li>■ Trinkwasserrichtlinie (Drinking Water Directive – 80/778/EC revised with 98/83/EC)</li> <li>■ Badegewässerrichtlinie (Bathing Water Directive – 2006/7/EC)</li> <li>■ Grundwasserrichtlinie (Groundwater Directive – 2006/118/EC)</li> <li>■ Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (UQN-RL)</li> <li>■ Kommunalabwasserrichtlinie (Urban Wastewater Treatment Directive – UWWTD 91/271/EEC amended by 98/15/EEC)</li> <li>■ Industrieemissionsrichtlinie („Directive 2010/75/EU on industrial emissions“), BVT bzw. BAT und BREFs</li> </ul>
Europäische Nationale Richtlinien zur Wasserwiederverwendung in der Industrie
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Griechenland (Κοινή υπουργική απόφαση 145116/11)</li> <li>■ Italien (Decreto del Ministero dell'ambiente 185/2003)</li> <li>■ Portugal (Padrão Português NP4434, 2006)</li> <li>■ Spanien (Real Decreto 1620/2007)</li> </ul>
Internationale Richtlinien zur Wasserwiederverwendung in der Industrie
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ISO/TC 282, Water reuse (under development)</li> <li>■ ISO 16345:2014 Water-cooling towers – Testing and rating of thermal performance</li> <li>■ ISO 16784:2006 Corrosion of metals and alloys – Corrosion and fouling in industrial cooling water systems</li> <li>■ ISO 5667:1993 Water quality – Sampling</li> <li>■ US EPA, 2012: Guidelines for water reuse</li> <li>■ California regulation related to Recycled Water, Title 22 of the Code of regulations, Title 22, Division 4, Chapter 3</li> <li>■ NWQMS 2006, Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (Phase 1)</li> <li>■ Japan, Tokyo: Reclaimed Water Quality Criteria</li> <li>■ South African Water Quality Guidelines, Volume 3, Industrial Use, Second Edition, 1996</li> <li>■ China National Standards: The reuse of urban recycling water-Water quality standard for industrial uses (GB/T 19923-2005)</li> <li>■ Singapur: NEWater Quality</li> </ul>

giekosten. Weitere Vorteile wären eine Flexibilisierung der Firmen, bei denen die bisherigen Wasserkontingente so zugeteilt sind, dass in Spitzenzeiten die Produktion gedrosselt werden muss oder Standortvergrößerungen nicht möglich sind.

Definierte rechtlichen Rahmenbedingungen und konkurrenzfähige Preise von wiederverwendetem Wasser würde die Anwendung der Wasserwiederverwendung maßgeblich vorantreiben. Die Vorschläge für Qualitätskriterien wiederverwendeter Wässer im Projekt MULTI-ReUse sind ein wichtiger Beitrag für diese Umsetzung.

### 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.

Bearbeiter:

Dennis Becker, DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Frankfurt am Main

Kontakt: [dennis.becker@dechema.de](mailto:dennis.becker@dechema.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.

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)

Februar 2018

