

Hinweise zur Wasserwiederverwendung

Vielschichtige Fragestellungen angesichts international zunehmender Relevanz

Tim Fuhrmann, Holger Scheer (Essen) und Peter Cornel (Darmstadt)

Zusammenfassung

Angesichts eines weltweit zunehmenden Bedarfs an nutzbarem Wasser bei begrenzten natürlichen Wasserressourcen wird die Wiederverwendung aus Abwasser als Komponente eines nachhaltigen Wasserressourcenmanagements weiter an Bedeutung gewinnen. Obwohl die Wasserwiederverwendung bereits etablierte Praxis in vielen Regionen der Erde ist, vor allem für Bewässerungszwecke in der Landwirtschaft, sind Projekte zur Verwendung von gereinigtem Abwasser immer noch eine komplexe Aufgabenstellung für Ingenieurbüros, Ausrüster und Baufirmen. Neben den üblichen verfahrenstechnischen Fragen zur Abwasserbehandlung sind vielfältige weitere Randbedingungen einschließlich ökonomischen und sozio-kulturellen Aspekten zu berücksichtigen, die von Land zu Land unterschiedlich ausfallen. Die Thematik wird im DWA-Themenband „Aufbereitungsstufen für die Wasserwiederverwendung“ erläutert, aus dem der vorliegende Artikel teilweise extrahiert wurde.

Schlagwörter: International, Abwasserreinigung, kommunal, Abwasser, Wiederverwendung, Bewässerung, Hygiene

DOI: 10.3242/kae2012.01.005

Abstract

Complex Problems in View of an Increasing International Relevance of Water Reuse

In view of a growing international demand for water and limited natural water resources, the reuse of wastewater as an element of sustainable water resources management will gain more and more importance. Although water reuse is a well-established practice in many regions of the world, above all for irrigation in agriculture, projects for the reuse of treated wastewaters still are a very complex job for engineering firms, suppliers and construction firms. In addition to the usual process engineering issues relating to wastewater treatment, a great number of other framework conditions, including economic and socio-cultural aspects, which vary from country to country, must be taken into account. DWA's theme issue "Treatment Stages for Water Reuse" contains a detailed discussion of this topic; excerpts from this publication are contained in the present article.

Key words: international, wastewater treatment, municipal, wastewater, reuse, irrigation, hygiene

1 Handlungsbedarf

Begrenzte und durch anthropogene Einflüsse beeinträchtigte Wasserressourcen stellen ein wachsendes globales Problem dar. Dies gilt insbesondere für viele Schwellen- und Entwicklungsländer in ariden und semi-ariden Regionen mit hohem Bevölkerungswachstum, Industrialisierung und steigendem Wasserverbrauch (Abbildung 1). Ein wenig nachhaltiger Umgang mit vorhandenen Wasserressourcen, die Verunreinigung von Oberflächen- und Grundwasser sowie hohe Wasserverluste in Verteilungsnetzen führen vielerorts zu einer Verschärfung der Problematik. Laut Weltwasserbericht der UNESCO [1] werden bei bisherigen Verbrauchsgewohnheiten bis Mitte des laufenden Jahrhunderts mindestens zwei Milliarden unter Wassermangel leidende Menschen in 48 Ländern prognostiziert; bei ungünstigstem Szenario sogar rund sieben Milliarden Menschen in 60 Ländern. Experten des Intergovernmental Panel on Climate Change [2] warnen zudem vor einer weiteren Verschärfung der globalen Wasserknappheit durch die Auswirkungen des Weltklimawandels.

Damit ergibt sich zunehmender Handlungsbedarf nicht nur für wassersparende Technologien und effizienteren Betrieb der Wasserinfrastruktur, sondern auch die verstärkte Nutzbarmachung von Abwasser.

2 Internationale Relevanz der Wasserwiederverwendung

Die Wiederverwendung von „gebrauchtem Wasser“ ist bereits heute in zahlreichen Ländern verbreitete wasserwirtschaftliche Praxis – und vielerorts eine unentbehrliche Notwendigkeit. Sie wird zukünftig in weiteren Regionen Bestandteil eines nachhaltigen Wasserressourcenmanagements sein, auch als Anpassungsmaßnahme an die Auswirkungen des Klimawandels. Aufbereitetes und gemäß den Anforderungen der jeweiligen Anwendungszwecke gereinigtes Abwasser ist dabei als lokal kontrollierbare Wasserressource zu betrachten. Die Wasserwiederverwendung kann dazu beitragen, die Diskrepanz zwischen



Abb. 1: Bewässerungsrinnen im Oman (Foto: Peter Cornel)

stetig steigendem Wasserverbrauch und begrenztem Wasserdargebot zu verringern. Daran anknüpfend haben ressourcenorientierte Verschärfungen in der Umweltgesetzgebung vieler Staaten (zum Beispiel Australien und USA) die Wasserwiederverwendung aus Abwasser in den letzten 20 Jahren stark stimuliert.

Zum Anteil der Wasserwiederverwendung am weltweiten Wasserverbrauch liegen bisher kaum belastbare Zahlen vor, doch zeigen zahlreiche aktuelle Publikationen eine eindeutig zunehmende Tendenz an Projekten zur geregelten Wiederverwendung (siehe zum Beispiel [3–5]). Die Einsatzbreite für die Nutzung von Abwasser ist im internationalen Maßstab sehr groß: Der mit Abstand größte Bedarf ergibt sich aus der Bewässerung in der Landwirtschaft; daneben lassen sich Brauchwassernutzungen im Industriesektor sowie diverse Anwendungen im urbanen Bereich und in Touristengebieten finden. Im urbanen Bereich reicht die Nachfrage von der Grünflächenbewässerung über die Straßenreinigung bis hin zur Nutzung als Brauchwasser im häuslichen Umfeld [4, 5]. Weiterhin nimmt auch der stadtnahe Bewässerungslandbau in zahlreichen Schwellenländern zu. Gerade die Verwendung von adäquat aufbereitetem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung (als weltweit größtem Wasserverbraucher) stellt ein mengenmäßig besonders großes Potenzial zur Erhaltung von Frischwasserressourcen dar. Dieser Thematik wird aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels zukünftig selbst in Europa verstärkt Rechnung zu tragen sein, nicht nur in Südeuropa, wo die landwirtschaftliche Wiederverwendung bereits heute etabliert ist.

3 Wasserwiederverwendung als komplexe Aufgabenstellung

Für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement ist es wesentlich, aufbereitetes Abwasser als wertvolle Ressource zu erkennen, wobei die entsprechende Reinigung absolut unumgänglich ist. Dadurch werden einerseits die mit der Wiederverwendung verbundenen gesundheitlichen Risiken angemessen minimiert und andererseits die Bodenfruchtbarkeit erhalten sowie die Gefahr der Grundwasserverschmutzung reduziert. Tatsächlich jedoch ist in vielen Entwicklungsländern, in denen ge-

ordnete Abwassersammelnetze und Kläranlagen noch im Aufbau sind, die großflächige Verwendung von nicht oder nur unzureichend gereinigtem Abwasser für Bewässerungszwecke anzutreffen, da das Abwasser kostenlos und unabhängig von Trockenperioden anfällt und zudem einen hohen Düngewert aufweist.

Obwohl die technischen Verfahren der Abwasserreinigung für die verschiedenen Zwecke der Wiederverwendung grundsätzlich bekannt sind, stellen örtliche Rahmenbedingungen wie unklare Zuständigkeiten, Unsicherheiten über anzuwendende Standards, Budgetengpässe und fehlendes geschultes Betriebspersonal komplexe Herausforderungen an die Implementierung der Infrastruktur und den zuverlässigen Betrieb dar. Um die Nachhaltigkeit von Vorhaben zur Wasserwiederverwendung zu sichern, sind zudem unter anderem auch ökologische, ökonomische und soziale Aspekte zwingend zu berücksichtigen.

4 Gesundheitsaspekte

Aus den unterschiedlichen Arten der Wassernutzung ergeben sich die jeweiligen Mindestanforderungen an die Wasserqualität. Beim Einsatz von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft und für urbane Nutzungen als Brauch- oder Bewässerungswasser muss sichergestellt sein, dass keine Gefahren für die Gesundheit des Betriebspersonals, der Nutzer des aufbereiteten Wassers, der Konsumenten von bewässerten Agrarprodukten und der Bevölkerung bestehen. Neben Resten von schwer abbaubaren chemischen Substanzen betrifft dies vor allem human-pathogene Mikroorganismen in Form von Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeiern [3, 6, 7]. Die sichere und hygienisch unbedenkliche Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser setzt daher insbesondere unter epidemiologischen Gesichtspunkten spezifische Anforderungen an die Wasserqualität voraus, die stark abhängig ist von der Art der Nutzung des aufbereiteten Abwassers, beispielsweise im Hinblick auf das gewählte Bewässerungsverfahren (Tröpfchenbewässerung versus Sprinklerberegnung).

Diese Aspekte sind sowohl bei der Auswahl der Aufbereitungstechnik als auch bei der Verfolgung der Produktionskette bis zum Nutzer von Agrarprodukten entsprechend zu beachten. Das Betriebspersonal wie auch die Nutzer des aufbereiteten Abwassers müssen in die durch die Wasserwiederverwendung auftretenden, spezifischen Gesundheitsbelange eingewiesen sein. Mit allen Beteiligten abgestimmte Störfallpläne und öffentliche Informationen über kontrollierte Störungen erhöhen sowohl die Akzeptanz der Wasserwiederverwendung als auch das Vertrauen in die Anlagen und produzierten Produkte.

5 Gesetzliche Regelungen und ihre Einhaltung

Staatliche Regelungen für die Wasserwiederverwendung müssen über die Definition von angepassten technischen Standards und Anforderungen an die Wasserqualität hinaus auch weitergehende sozio-ökonomische Aspekte, wie die Finanzierbarkeit der gestellten Reinigungsanforderungen, berücksichtigen. Zusätzlich sind Festlegungen zu Sicherheitsmaßnahmen, Berichtswesen und Eigen- bzw. Fremdüberwachung zu treffen. Außerdem müssen klare Vorgaben zu Sanktionsmechanismen definiert sein, falls die Anforderungen nicht erfüllt werden.

In der Praxis vieler Entwicklungs- und Schwellenländer ist festzustellen, dass vielfach eine Nutzung von Roh- bzw. unzureichend gereinigtem Abwasser mit erheblichen Risiken erfolgt. In Ländern mit knappen Wasserressourcen mangelt es oftmals jedoch nicht an verbindlichen Regelwerken oder an Empfehlungen für Minimalstandards bei der Wasserwiederverwendung, sondern vor allem deren Einhaltung und Überwachung durch die zuständigen Behörden (Vollzugsdefizit), unter anderem wegen unzureichender Budgets und fehlender Infrastruktur wie qualifizierten Laboren. Hinzu kommt, dass aufgrund geringer wirtschaftlicher Ressourcen die vorgeschriebenen Standards oftmals kaum erfüllbar sind. Ein Verbot für die Verwendung von nicht regelgerecht gereinigtem Abwasser für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen erscheint zudem schwer durchsetzbar, wenn es in ariden oder semi-ariden Zonen keine alternativen Wasserressourcen gibt. Umsetzbar wären in diesen Fällen jedoch Mehrbarrierenkonzepte, wonach nur Bewässerungskulturen zugelassen werden, die eine geringe Ansteckungsgefahr verursachen bzw. zusätzliche Hygienemaßnahmen einzuhalten sind [6].

6 Technische Herausforderungen

Die Verwendung von Abwasser erfordert eine umfangreiche Infrastruktur, die über das übliche Schema der Stadtentwässerung hinausgeht und neben der besonderen Behandlung des Abwassers auch Speicherung, Transport und Verteilung des gereinigten Wassers umfasst.

Besondere Bedeutung kommt der Abwasserbehandlung zu, da für die Verwendung von Abwasser für Zwecke der Wasserwiederverwendung eine adäquate Reinigung des Wassers unablässig ist. Für eine Nutzung als Bewässerungswasser betrifft dies beispielsweise Qualitätsanforderungen in Bezug auf hygienische Parameter (Gesundheitsschutz), biologisch abbaubare Stoffe (Vermeidung von Geruchsbelästigungen), anorganische Stoffe (Schutz vor Versalzung der Böden), Nährstoffe (Schutz vor Überdüngung) und Feststoffkonzentrationen (im Hinblick auf die Bewässerungsanlagen). Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist jedoch eine Aufbereitung nur in dem Maße sinnvoll, dass die für den jeweiligen Anwendungsfall gesetzten Mindestanforderungen erfüllt werden. Für die Auswahl geeigneter Wasserbehandlungs- und Verteilungstechnologien gibt es weltweit umfassende Referenzbeispiele und Hilfestellungen in der einschlägigen Literatur (zum Beispiel [3, 4, 8]).

Eine besondere Herausforderung stellt das Zusammenspiel von kontinuierlichem Abwasserzufluss und oftmals diskontinuierlichem, saisonal schwankendem Bedarf des aufbereiteten Wassers dar. Dies erfordert gegebenenfalls eine Wasserspeicherung (zentral oder dezentral), die sowohl in oberirdischen Speicherbecken als auch in Grundwasserleitern realisiert werden kann. Aus der Art der Speicherung ergeben sich wiederum spezifische Qualitätsanforderungen an die Wasserbehandlung (zum Beispiel in Hinblick auf die Wiederverkeimung und den Nährstoffgehalt).

7 Betriebsführung und betriebliche Kompetenz

Wenn das Gesamtsystem aus Wasserbehandlung, Speicherung, Verteilung und Anwendung nicht bestimmungsgemäß betrieben werden kann, ist auch die beste eingesetzte Technik mit er-

heblichen Risiken belastet. In Abhängigkeit von der Komplexität der ausgewählten Prozess- und Verfahrenstechnik erfordert der Betrieb eines Systems zur Wasserwiederverwendung eine entsprechende Betriebsführungs-kompetenz. Das Personal sollte wegen der hohen Anforderungen des Gesundheitsschutzes in der Lage und motiviert sein, verantwortungsvoll zu handeln. Neben qualifizierter Ausrüstung besteht also Bedarf an ausgebildeten Mitarbeitern. Bei Projekten in Schwellen- und Entwicklungsländern sind dazu angepasste Ausbildungsstandards zu entwickeln und durch adäquate und regelmäßige Schulungsmaßnahmen das erforderliche Qualifikationsniveau sicher zu stellen. Dies umfasst auch Koordinierungsaufgaben zwischen Wassererzeuger und Anwender.

Gerade in ariden und semiariden Klimazonen stehen solche Anforderungen häufig im Gegensatz zu den Realitäten in den Abwasser- und Bewässerungsbetrieben. Engpässe können sein:

- unzureichende Budgets für den Betrieb und die Unterhaltung,
- unzureichende Betriebsorganisation und Ausbildungsmängel,
- begrenzte Möglichkeiten zur Fortbildung auf nationaler Ebene,
- Bezahlung der Mitarbeiter motiviert nicht zu verantwortungsvollem Engagement,
- streng hierarchische Führungsstrukturen demotivieren eigene Verantwortungsübernahme,
- Ausstattung mit Betriebsmitteln zu gering, zugesagte Budgets nicht dauerhaft verfügbar.

Diese Umstände stellen eine enorme Herausforderung für eine erfolgreiche Projektumsetzung dar und können den Erfolg der Investitionsvorhaben gefährden. Parallel zum Aufbau der Infrastruktur sind Trägerkompetenzen aufzubauen, die die gesamte Spannweite der Anlagenbetriebskompetenz bis hin zum Nutzer abdecken. Die Finanzierung dafür ist rechtzeitig vorzusehen, der Aufbau ist fachkompetent zu begleiten.

8 Sozio-kulturelle Aspekte und Akzeptanz von aufbereitetem Abwasser

In allen Anwendungsfällen der Wasserwiederverwendung, die zu einem Kontakt des Endverbrauchers mit dem gereinigten Abwasser führen, sei es als aufbereitetes Brauch- oder Trinkwasser oder durch landwirtschaftliche Erzeugnisse, sind in besonderem Maße sozio-kulturelle Bedingungen und eventuelle Hemmschwellen zu berücksichtigen.

Obwohl die Nutzung von Regenwasser und leicht verschmutztem Abwasser in vielen Teilen der Welt eine lange Tradition hat und auch die Verwertung tierischer und menschlicher Ausscheidungen als Düngemittel in der Landwirtschaft weit verbreitet ist, gibt es standortabhängig trotz Wassermangel eine deutliche Zurückhaltung potenzieller Nutzer von wieder aufbereitetem Wasser, unter anderem wegen der gefühlten geringen Distanz zu den im aufbereiteten Wasser möglicherweise enthaltenen Verunreinigungen. Hinzu kommen in manchen Regionen religiöse Einstellungen, die den Umgang mit aufbereitetem Wasser einschränken. In diesen Fällen bedarf es eines überzeugenden Weges der Bewusstseinsbildung, um Vorurteile der Menschen zu beseitigen. Eine wichtige Rolle spielt dabei, dass Wasserwiederverwendungs-

anlagen von einem ausreichend strengen Sicherheitsregime begleitet sein müssen, das die Einhaltung der Mindeststandards für die jeweilige Art der Wiederverwendung gewährleisten kann. Der Nutzer von aufbereitetem Wasser muss sich auf diese Standards und einen transparenten Umgang mit Risiken verlassen können, um Vertrauen und Akzeptanz aufzubauen.

Offener Umgang mit allen relevanten Fragestellungen und Risiken und frühzeitiges Einbeziehen aller Beteiligten in den Planungs- und Entscheidungsprozess sind unabdingbare Voraussetzungen, um eine erfolgreiche Umsetzung und einen nachhaltigen Betrieb zu garantieren. Dabei sind mindestens nachfolgende Themengruppen zu berücksichtigen, deren Gewichtung je nach Standortbedingungen unterschiedlich ausfällt:

- wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen (ganzjährige Wasserbilanz, Bedarf versus Dargebot),
- Hygienestandards und Gesundheitsvorsorge bzw. Kontrolluntersuchungen,
- technische Anforderungen an Produktion und Anwendung von aufbereitetem Abwasser,
- betriebliche Anforderungen und Kompetenz (unter anderem Anzahl und Qualifikation des Betriebspersonals, Betriebssicherheit),
- ökonomische Machbarkeit, unter Berücksichtigung der (Re-)Investitions- und Betriebskosten sowie Tarifakzeptanz durch die Verbraucher,
- Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit, Verfolgung von Schäden und Schadensbegrenzung
- regulatorische Aspekte für Vorhaben und spätere Erweiterungen.

9 Finanzielle Nachhaltigkeit

Die Wasserbedarfssteuerung über adäquate Preise für unterschiedliche Nutzungsarten wie Trinkwasserversorgung und Wasserwiederverwendung für Haushalts-, Industrie- oder Bewässerungszwecke kann zu einer effektiveren Nutzung der begrenzten Ressource Wasser beitragen und zur gezielten Förderung der Wasserwiederverwendung eingesetzt werden (durch gezielt geringere Wassertarife als bei der üblichen Bewässerung aus Grundwasser und Oberflächenwasser). Langfristig ist eine Vollkostendeckung anzustreben, um die wirtschaftliche Nachhaltigkeit von Wasserwiederverwendungsprojekten sicherzustellen und die Chancen von innovativen Entwicklungen nutzen zu können.

Die für die Finanzierung neuer Anlagen der Wasserwiederverwendung von Investoren eingesetzten Eigenmittel, staatlichen Zuschüsse und Darlehen unterliegen sehr unterschiedlichen Bedingungen. Grundlage für Finanzierungszusagen von internationalen Entwicklungsbanken sind dabei Machbarkeitsstudien, die alternative Konzepte und Technologien untersuchen und kostengünstige Lösungen sowohl für die Investoren (geringe Investitions- bzw. Betriebskosten) als auch die Nutzer (angepasste Tarife) aufzeigen. Zahlreiche internationale Beispiele für abgestimmte Vorhaben zur Wasserwiederverwendung zeigen Wege auf, wie durch gesetzte Rahmenbedingungen, Vorschriften und Richtlinien – somit letztlich durch staatliche Regulierung – kompetente Träger ökonomisch vertretbar investieren können. Erfolgreiche Praxisbeispiele finden sich beispielsweise in [3] und [9].

10 Wasserwiederverwendung in Deutschland

In Deutschland werden 95–97 % des anfallenden kommunalen Abwassers biologisch gereinigt [10] und begleitet von qualifizierter Eigenkontrolle überwiegend in Oberflächengewässern abgeleitet. Die Wiederverwendung des gereinigten Abwassers stellt die Ausnahme dar und beschränkt sich im Wesentlichen auf die Verrieselung zur landwirtschaftlichen Bewässerung. Zwar existieren langjährige Erfahrungen mit verschiedensten Wasseraufbereitungstechnologien, für Zwecke der Wasserwiederverwendung ist deren Anwendung jedoch überwiegend auf die industrielle Kreislaufführung begrenzt. Daneben sind in den letzten Jahren verschiedene Ansätze im urbanen Umfeld entstanden, oft im Kontext mit innovativen Sanitärkonzepten einschließlich Grauwassernutzung in privaten Haushalten.

Die früher weiter verbreitete Wiederverwendung zur landwirtschaftlichen Bewässerung wie auch der mittlerweile eingestellte Betrieb von Abwasserfischteichen sind in Deutschland historisch aus frühen Verfahrensschritten der kommunalen Abwasserreinigung entstanden und wurden häufig bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts umgesetzt. Im Zuge gesteigerter Anforderungen an Immissions- und Ablaufgrenzwerte und der daraus resultierenden flächendeckenden Implementierung moderner biologischer Abwasserreinigungstechniken wurde die Wiederverwendung von aufbereitetem kommunalem Abwasser jedoch weitgehend eingestellt. Aber es finden sich auch heute noch aktive Anlagen zur Wasserwiederverwendung. Beispielsweise in Braunschweig (Abbildung 2), wo bereits 1895 damit begonnen wurde, städtische Kanaljäuche auf leichten Sandböden auszubringen, um einerseits die hygienische Situation der Stadt und den Zustand des natürlichen Vorfluters sowie andererseits die Bodenqualität dieser Flächen zu verbessern. Heute wird das Abwasser der Stadt Braunschweig (ca. 22 Millionen m³/a) durch ein modernes Klärwerk vollbiologisch gereinigt, bevor es in den Sommermonaten auf rund 3000 ha Beregnungsfläche landwirtschaftlich genutzt wird, beispielsweise beim Anbau von Zuckerrüben, bei denen geringere hygienische Bedenken als bei direkt und roh verzehrten Nahrungsmitteln bestehen. Über einen zukünftigen Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Nutzung gibt es Diskussionen. In den Wintermonaten wird eine Grundwasseranreicherung und -speicherung betrieben. Die vorhandenen Rieselfelder dienen



Abb. 2: Bewässerungsflächen bei Braunschweig (Foto: Abwasserverband Braunschweig)

als natürlicher Puffer, der Schwankungen im Klärwerksablauf ausgleicht und den sensiblen Vorfluter schützt.

11 Fazit

Das international zunehmend relevante Thema „Wasserwiederverwendung“ stellt eine komplexe Aufgabenstellung dar, die über technische Fragestellungen zur Abwasseraufbereitung hinaus viele unterschiedliche Aspekte sowie ihre Implikationen zu beachten hat. Ein besonders hoher Beratungs- und Investitionsbedarf besteht in ariden und semiariden Klimazonen (zum Beispiel auch den Mittelmeeranrainern). Um die Nachhaltigkeit von Projekten zur Wasserwiederverwendung zu gewährleisten, sind in Abhängigkeit von der Art der Wiederverwendung und den lokalen Rahmenbedingungen nicht nur die einschlägigen verfahrenstechnischen Aspekte und die spezifischen, angepassten Standards zur Wasserqualität zu berücksichtigen, sondern darüber hinaus zahlreiche weitere Gesichtspunkte wie Gesundheitsschutz, Bodenschutz bei landwirtschaftlicher Bewässerung, finanzielle Tragfähigkeit, Ausbildungsgrad des verfügbaren Betriebspersonals, sozio-kulturelle Einflüsse sowie Akzeptanz durch die Verbraucher des wiederverwendeten Wassers und der damit erzeugten Agrarprodukte.

Durch die weltweit steigende Wassernachfrage entwickelt sich ein wachsender Markt für die Wasserwiederverwendung. Zusätzliche Infrastrukturkomponenten werden sowohl bei der Abwasseraufbereitung, der Zwischenspeicherung als auch der Anlage wassersparender Bewässerungstechniken benötigt. Planungs-, Bau- und Ausrüstungsleistungen werden nach dem Entwicklungsstand der betroffenen Länder und den Vorgaben der finanzierenden Institutionen (häufig Entwicklungsbanken) ausgeschrieben. Auf Masterplanebene und mit den zunehmend auch in Entwicklungs- und Schwellenländern vorliegenden wasserwirtschaftlichen Rahmenplänen sind die Voraussetzungen zur Identifizierung verfolgungswürdiger Vorhaben zur Wasserwiederverwendung zunehmend gegeben.

12 DWA-Arbeitsgruppe „Wasserwiederverwendung“

Angesichts der internationalen Herausforderungen im Bereich der Wasserwiederverwendung hat die DWA 2005 die Arbeitsgruppe BIZ-11.4 „Wasserwiederverwendung“ ins Leben gerufen. Eine der Aufgaben der Arbeitsgruppe war die Erarbeitung des DWA-Themenbands „Aufbereitungsstufen für die Wasserwiederverwendung“ [8], aus dem der vorliegende Artikel teilweise extrahiert wurde. Neben den drei Autoren haben folgende weitere Mitglieder an der Erstellung des DWA-Themenbands mitgewirkt: *Edgar Firmenich* (Mannheim), *Rüdiger Heidebrecht* (Hennef), Dr.-Ing. E. h. *Hans Huber* (Berching), *Peter Kampe* (Maintal), *Volker Karl* (Frankfurt a. M.), *Alessandro Meda* (Darmstadt), Prof. Dr.-Ing. *Hermann Orth* (Bochum), *Flori-*

an Schmidlein (Bochum), Dr.-Ing. *Christina Hirschbeck* (Neuberg) und *Klaus Weistroffer* (Eschborn).

Zum Thema Wasserwiederverwendung wird am 1./2. Februar 2012 ein DWA-Seminar bei der KfW in Frankfurt am Main durchgeführt; nähere Informationen sind erhältlich bei:

Laura Langel, Tel. (0 22 42) 872-240, E-Mail: langel@dwa.de

Literatur

- [1] UNESCO: Water – A Shared Responsibility, The United Nations World Water Development Report 2, UNESCO Publishing, Paris/Berghahn Books, New York, 2006
- [2] IPCC: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Fourth Assessment Report, Summary for Policymakers, Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Brüssel, April 2007
- [3] AQUAREC: Water Reuse System Management Manual, AQUAREC (Integrated Concepts for Reuse of Upgraded Wastewater), Hrsg.: D. Bixio, T. Wintgens, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2006, Kurzfassung: www.aquarec.org
- [4] Asano, T.: Water Reuse: Issues, Technologies and Applications, McGraw-Hill, New York, 2007
- [5] Jiménez, B., Asano, T. (Hrsg.): Water Reuse: An international survey, contrasts, issues and needs around the world, IWA Publishing, London, 2008
- [6] WHO: Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, Vol. 2: Wastewater use in agriculture, Genf, 2006
- [7] U. S. EPA: Guidelines for Water Reuse, EPA/625/R-04/108, produced by Camp Dresser & McKee Inc. for U. S. Environmental Protection Agency, Washington, USA, September 2004
- [8] DWA: Aufbereitungsstufen für die Wasserwiederverwendung, DWA-Themenband, Hennef, Mai 2008, korrigierte Auflage April 2009
- [9] EMWIS: Final report on wastewater reuse – Annex B – Case studies, November 2007, Ergebnisse der Arbeitsgruppe Abwasserwiederverwendung, Euro-Mediterranean Information System on Know-how in the Water Sector, www.emwis.net/topics/waterreuse
- [10] Hrsg.: ATT, BDEW, BDVW, DVGW, DWA und VKU: Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011, wvgw, Bonn, 2011

Autoren

Dipl.-Ing. Tim Fuhrmann

Dr.-Ing. habil. Holger Scheer

*Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH
Brunnenstraße 37, 45128 Essen*

E-Mail: info@ewlw.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel

TU Darmstadt, Institut IWAR

Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt

E-Mail: p.cornel@iwar.tu-darmstadt.de

