

Nachhaltige Abwasserwirtschaft – Innovationspotential für den Mittelstand

Prof. Dr. Franz Bischof

EINLEITUNG

Viele haben sicher schon vom Projekt „Great Man-Made River“ (GMR) in Libyen gehört. An diesem Beispiel kann man nicht nur die Notwendigkeit des Wassers für die Existenz der Menschen im Allgemeinen diskutieren, sondern auch die Sinnhaftigkeit technischer Lösungen im Hinblick auf nachhaltige Konzepte - wobei die Genialität der Ingenieurkunst hier unbezweifelt bleibt. Als man in Libyen bei Erdölbohrungen in der Sahara in einer Tiefe von 300 bis 2000 m fossiles Wasser fand, wurde Mitte der achtziger Jahre das ehrgeizige GMR-Projekt in Angriff genommen, das die küstennahen Bevölkerungszentren mit Wasser aus der Wüste versorgt. Das Wasser ist zwischen 10000 und 30000 Jahre alt und sammelte sich in riesigen unterirdischen Seen als Folge abtauender Gletscher nach der letzten Eiszeit.

Die in dem gigantischen Ingenieurprojekt realisierte Pipeline verläuft parallel zu großen Teilen der Küste Libyens und transportiert täglich mehr als 6 Mio. m³ Trinkwasser. Die Kosten für das Gesamtvorhaben werden auf 25 Mrd \$ geschätzt.

- Für dieses Projekt mussten 960 Brunnen mit einer Tiefe von 450 bis 650 Meter gebohrt werden. Dieses Netz von Brunnen bedeckt eine Fläche von 8000 km².
- Jedes Rohrsegment ist mit 18 km carbonisiertem Metalldraht umspinnen. Das bedeutet, allein für die erste Phase des Projekts wurde eine Menge Draht verbraucht, mit der man den Globus 230mal einwickeln könnte.
- Die Wasserreserven im Kufrabecken entsprechen der Wassermenge, die in 220 Jahren den Nil herunter fließt.
- Nach Fertigstellung des Projekts werden jeden Tag Wassermassen transportiert, die der Hälfte des weltweit geförderten Erdöls entsprechen.
- Experten sagen voraus, dass die libysche Bevölkerung bei einem täglichen Wasserverbrauch von 6 Millionen Kubikmetern pro Tag für über 50 Jahre versorgt sein wird.

Neben der Verbesserung der Trinkwasserqualität ist beabsichtigt, mit dem Wasser Libyen zu einem Agrarexportland auszubauen. Befürchtete und teilweise bereits eingetretene Auswirkungen sind z.B. die Absenkung des Grundwasserspiegels.

Der Wert und die Abhängigkeit vom Wasser erscheinen in diesem Beispiel nur zu deutlich und doch erscheinen sie einer Vielzahl von Menschen in den Industrieländern nicht mehr bewusst zu sein. In Deutschland glauben wir im Allgemeinen gar einen Überfluss zu haben und so oft und so lange wir den Wasserhahn öffnen – Wasser fließt und es kostet kein Vermögen, wie im Fall von Libyen! Und trotzdem ist die Bedeutung des Wassers deshalb nicht geringer geworden, wenn sie sich auch unserer Wahrnehmung durch den Wandel der Lebensweise, moderner Techniken und einen zumindest bedingt nachhaltigen Umgang mit dem Wasser oft entzieht. Aber was bedeutet in diesem Zusammenhang „Nachhaltigkeit“. Alleine die Tatsache, dass sich der Abwasseranfall und damit der Wasserverbrauch um ca.40% in den letzten 20 Jahren in Deutschland reduziert hat, mag sicherlich vielen – und das zu Recht - nicht als nachhaltiges Handeln in Bezug auf eine nachhaltige Wasserwirtschaft alleine genügen. Dabei ist über den Begriff der Nachhaltigkeit bereits sehr vieles gesagt und geschrieben worden. Viele verstehen darunter bereits die gleichberechtigten Interessen von sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten und sehen unter anderem auch die besondere Notwendigkeit, die natürlichen Ressourcen nicht über ihrer Regenerationsrate hinaus zu beanspruchen. Somit gesellt sich also ein weiterer Aspekt in die Diskussion: die Zeit! Und gerade diesem Aspekt muss im Bereich der Wasser- und Abwasserwirtschaft ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt werden, da die Maßnahmen zur Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur - Wasserverteilung und Abwassersammlung – langfristig und nicht selten nicht mehr rückgängig sind.

Der zeitliche Horizont, in denen den Mensch, oftmals besonders der politisch verantwortlich Handelnde denkt, ist vielfach nicht langfristig genug und somit nicht vollständig nachhaltig angelegt. Dies zeigt auch das Beispiel des in Bezug auf die Versorgung der Menschen mit Trinkwasser und Nutzung einer vorhandenen Ressource lobenswerten Wasserprojekts in Libyen; länger als 50 Jahre scheint man dennoch zunächst nicht gedacht zu haben. Über die Wiedernutzung von Abwasser für den Aufbau eines Agrarexportlandes konnte man bisher nichts in den Konzepten lesen. Und dieser Aspekt tritt ein zweites Mal in Erscheinung, wenn es um die Beantwortung der Frage geht, wie die technischen Lösungen aussehen sollen, um dem Problem der Wasserarmut, der Wasserversorgung und dem zwingend notwendigen Schutz der Wasserreservoirs durch „moderne Abwasserreinigung“ begegnen zu können. Denn dabei ist stets zu berücksichtigen, dass eine langfristig funktionierende und bezahlbare Trinkwasserversorgung als erstes eine funktionierende Abwasserreinigung voraussetzt; die Planung der Wasserversorgung muss also mit der Planung der Abwasserwertung stattfinden.

NACHHALTIGE ABWASSERWIRTSCHAFT

Nachhaltiges Handeln ist also unter anderem dadurch gekennzeichnet, dass es in die Zukunft gerichtet ist. Aus diesem Grund sollte eine nachhaltige Abwasserwirtschaft somit besonders als diejenige verstanden werden, die auch in der fernen Zukunft ihren Aufgaben gerecht wird, auf die Bedürfnisse der Natur und der Menschen gleichermaßen Rücksicht nimmt und selbstverständlich der Wirtschaft die Möglichkeit bietet, bezahlbare und bedienbare Konzepte und Technologien in der nahen Zukunft in Einsatz bringen zu können. Sie passt sich den jeweiligen Gegebenheiten an und hält Augenmaß was die Anforderungen an die Reinigungsleistung betrifft. Sie ermöglicht Wertschöpfung im Zielland und unterscheidet sich daher manchmal von Projekten, die den reinen Charakter der Entwicklungshilfe ohne Einsatz von Technik aufweisen oder als zu komplizierte, nicht bedienbare „Geschenke der Industrieländer“ keinen Zuspruch finden.

Bei Betrachtung dieser Aspekte ergeben sich jedoch zahlreiche neue Herausforderungen und Chancen für forschende Einrichtungen und die Industrie, besonders für den Mittelstand, der in aller Regel schneller in der Lage ist, Innovationen und daraus konkrete Lösungen und Produkte zu realisieren. Und der Mittelstand ist meist nicht nur schneller, es stehen ihm auch mehr Möglichkeiten zur Verfügung, die die großen Industrieunternehmen nicht für sich in Anspruch nehmen können, da sie die großen Projekte, die zentrale Versorgung und zentrale Entsorgung im Blickfeld ihres geschäftlichen Interesses haben müssen.

Um die Herausforderungen und das Potential erkennen zu können, sollte man zunächst gängige Praxis unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und Einbeziehung weiterer Ressourcen wie Energie und Nährstoffe betrachten. Darauf basierend können dann optimierte und innovative Lösungen entwickelt werden. Vergessen wir dabei jedoch nicht, dass eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft sich an ändernde Rahmenbedingungen anpassen muss; Klimawandel, Bevölkerungswachstum- oder auch -schwund erfordern flexible Lösungen. Spezifische Anforderungen ergeben sich auch für unterschiedliche Länder oder Regionen. Hier müssen unter dem Gesichtspunkt der klimatischen, sozialen, ökonomischen und ökologischen Gegebenheiten angepasste Konzepte diskutiert, entwickelt und realisiert werden – eine enorme Herausforderung, aber auch ein enormer potenzieller Markt für den Mittelstand, um mit neuen Produkten

zentrale Lösungen zu unterstützen, wie mit neuen Lösungen und Konzepten dezentrale Lösungen zu realisieren.

Blick in die Vergangenheit

Besonders in Deutschland ist eine Situation anzutreffen, die vielen Ländern als Vorbild gilt. Sichere Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und moderne Abwasserreinigungsverfahren, die zentral in Großstädten ebenso wie dezentral im Privathaushalt mit bestmöglicher Reinigungseffizienz funktionieren und in den meisten deutschen Seen und vielen Flüssen Badewasserqualität garantiert. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich jedoch auch ein paar Schwächen, die eine Übertragung in andere Länder und Kulturen nicht immer zulässt und teilweise sogar in Frage stellt. Beispielfhaft werden die nachfolgenden Punkte angesprochen:

- Die Kosten der Abwasserreinigung werden bei zentralen Systemen zum größten Teil durch den Bau des oftmals nicht kontrollierten Kanalsystems bestimmt, welches teils sehr lange Bauzeiten bei überschätzter Lebensdauer aufweist, schwierig an Veränderungen in der Hydraulik anpassbar und in Erdbeben gefährdeten Regionen oftmals sehr problematisch ist.
- Für den Transport von Fäkalien und Urin wird die ca. 20fache Menge von Trinkwasser eingesetzt, wobei die gesamte Abwassermenge mit möglicherweise bedenklichen Keimen und organischen Spurenstoffen verunreinigt wird.
- Die im Abwasser enthaltenen Kohlenstoffe und Nährstoffe (zu größten Teil durch Urin eingebracht) werden unter Aufwendung von Energie mit teils aufwändigen Verfahren zerstört bzw. nicht weiter genutzt.
- Die bei der Abwasserreinigung entstehenden Klärschlämme stellen ein Mengen- und Entsorgungsproblem dar.
- Die in den menschlichen Ausscheidungen enthaltenen Spurenstoffe stellen ein Risikopotential für das Trinkwasser dar.
- Die gesetzlichen Anforderungen für die Abwasserreinigungswerte gelten größenabhängig stets in Bezug auf die jeweils betrachtete Kläranlage.

Blick in die Zukunft

Mit Blick in die Zukunft, und dieser soll im Rahmen dieses Symposiums durchaus auch visionär angelegt sein, stellen sich verschiedene Innovationspotentiale dar, die unterschiedlichen Aspekten zugeordnet werden können. In vielen Fällen dürfte die Trennung der Abwasserteilströme, vergleichbar mit der Einführung der Abfalltrennung vor vielen Jahren in Deutschland,

die meisten Chancen bieten und gleichzeitig auf den stärksten Widerstand stoßen, da dies mit einem Paradigmenwechsel in der bisherigen Abwassertechnik einhergeht. Aber nicht immer muss die Abwasserseparation Voraussetzungen sein, um Innovationen, die den Ansprüchen der Nachhaltigkeit gerecht werden, im Mittelstand entstehen zu lassen.

Demographische Entwicklung

Abnehmende Bevölkerungszahlen in Deutschland stellen ein Problem in zweierlei Hinsicht dar. Geringere Schmutzfrachten in die Kläranlage und verändertes Fließverhalten im Kanal (durch zusätzliches Wassersparen bei der Bevölkerung noch verstärkt) werden nach neuen Konzepten verlangen. Vorstellbar wären beispielsweise Eingriffe in die bestehende Verfahrenstechnik in der Form, dass das höher konzentrierte Abwasser nach Entfernung der Grobstoffe direkt einer anaeroben Hochleistungsbiologie zugeleitet wird, woraus nur geringe Klärschlammproduktion resultiert. Bestehende Becken könnten hierfür umgebaut werden. Eine nachgeschaltete Nitrifikation könnte in ebenfalls bestehenden Becken realisiert werden; auch über eine gezielte Nährstoffrückgewinnung aus dem Ablauf des Anaerobreaktors nach vorheriger Feinsiebung könnte nachgedacht werden. In den Kanälen selbst wären an geeigneten Stellen intelligente, fernüberwachte Vorrichtungen für Spülungen einzubringen, um einen Transport der Feststoffe bis in die Kläranlage sicher zu stellen und Ablagerungen zu verhindern.

Sanierung des Gebäudebestands

Die Anpassung des Altbestandes an den heutigen sanitären Standard in Verbindung mit verbesserter Wärmedämmung und Wärmerückgewinnung aus Grauwasser könnte in vielen Städten ein interessanter Ansatz für Innovationen werden. Nach Installation einer zweiten Abwasserleitung erfordert die Nutzung von aufbereitetem Grauwasser für Bewässerung, Spültoilette, Gebäudekühlung bei gleichzeitiger Nutzung der im Grauwasser enthaltenen Wärme kompakte Reinigungseinheiten mit integriertem Wärmetauscher und intelligenter Wärmerückführung innerhalb des Gebäudes. Biologische Verfahren in Kombination mit Keimreduktion wie auch der Einsatz keramischer Filter oder auch die Nanofiltration stellen neue Möglichkeiten für die Entwicklung von technischen Lösungen dar. „Pflegeleichte Wärmetauscher“ mit geringem Fouling sind Herausforderungen für Hochschulen und Unternehmen.

Unterstützung der Millenniums Development Goals

Trinkwassermangel, fehlende Kläranlagen und Infrastrukturen für die Abwasserableitung, enormer Wasserbedarf und die Notwendigkeit des Einsatzes von Nährstoffen für die landwirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln, teils gravierende Umweltschäden, weiterhin ungebremstes Bevölkerungswachstum in vielen Teilen der Welt und die Absicht, die MDG nur annähernd in dem von den Vereinten Nationen gesetzten Zeitrahmen erreichen zu wollen, machen es fast schon zu einer zwingenden Notwendigkeit, andere und teils völlig neue Wege der Abwasserentsorgung zu gehen. Insbesondere wird die Wiedernutzung von Abwasser im Mittelpunkt der Konzepte stehen müssen und mit Blick auf die in Deutschland vorhandenen Probleme im Sinne einer nachhaltigen Abwasserwirtschaft lassen sich einige Schwerpunkte in den Zielregionen erkennen, die ein besonders großes Innovationspotential aufweisen, besonders dann wenn die notwendigen Infrastrukturen erst im Entstehen sind.

- Die Abtrennung des Regenwassers und Grauwassers vom restlichen Abwasser und deren ortsnahe Aufbereitung könnte über die Entwicklung hierfür geeigneter Verfahren die dezentrale Bereitstellung von Speichern mit überschüssigen Grau- oder Regenwasser zur intelligenten Spülung der Kanäle erforderlich machen. Eine Behandlung des konzentrierten Abwassers gemeinsam mit zerkleinerten organischen Haushaltsabfällen in leistungsfähigen Anaerobverfahren und die Entfernung der im Reaktorablauf enthaltenen Nährstoffe durch geeignete Maßnahmen mit dem Ziel des kontrollierten Einsatzes in der Landwirtschaft bieten Möglichkeiten für neue Entwicklungen.
- Die Abtrennung von Urin eröffnet eine Reihe interessanter Aspekte, die technische Lösungen notwendig machen. Als prinzipielle Vorteile ließen sich in diesem Fall anführen: Rückhalt eines Großteils von Nährstoffen und von endokrinen Stoffen, die dann einfache und relativ kostengünstige Abwasserreinigungsverfahren ohne Nitrifikation und Denitrifikation ermöglichen und relativ gute Klärschlammqualität zur landwirtschaftlichen Verwertung liefern. Selbst einfache mechanische Reinigungsverfahren unter Hinzuziehung einer Feinstsiebung könnten im Falle einer Urinabtrennung bereits wirkungsvolle Maßnahmen zur schnellen und kostengünstigen Verbesserung der Umweltsituation liefern und weit über die Effizienz der heute angewendeten River- und Sea-Outfall Behandlung gehen. Eine gezielte Zerstörung der relativ hochkonzentrierten organischen Spurenstoffe im Urin und Rückgewinnung von Nährstoffen aus dem separierten Urin könnte die Entwicklung neuer Entwicklungen hervorrufen und notwendig machen, sofern eine landwirtschaftliche Direktverwertung ausgeschlossen ist. Innovativer Produkte bedürfte es auch hinsichtlich des „Urin-Management“.

ments“, d.h. der Sammlung des Urins, der Art der Ableitung aus den Gebäuden, der geruchslosen Speicherung und der Auswahl geeigneter Materialien zur Reduktion von Problemen mit Ausfällungen.

- Großflächige Einführung leistungsfähiger dezentraler Einheiten bis hin zum Maßstab von Privathaushalten müssten nicht nur als aerobe Verfahren realisiert werden, sondern könnten, visionär gedacht, auch in Form vollautomatisierter, anaerober Einheiten bestehen, die häusliches Abwasser gemeinsam mit organischen Abfällen (getrennt vom Grauwasser) reinigen. Die Nutzung des gebildeten Biogas ließe sich bei kleineren Einheiten dadurch ermöglichen, dass dieses außerhalb der Wohneinheiten in Leitungen gesammelt und zentral genutzt wird. Anstelle „unproduktiver Abwasserleitungen“ könnten Sammelleitungen mit geringem Querschnitt realisiert werden, in denen ein Energieträger transportiert wird.

Übergeordnete Aspekte

Mit Hilfe moderner Kommunikationstechniken und entsprechender Strategien eröffnen sich weitere Innovationspotentiale, die den bisherigen Ansatz der Nachhaltigkeit bis in den Bereich des Lebenszyklus eines Produkts betreffen und auch Relevanz in der zukünftigen Abwasserwirtschaft einnehmen können. So wäre beispielsweise vorstellbar, dass

- Kläranlagen an einem Vorfluter in der Weise miteinander kommunizieren, dass deren Ablaufwerte von einem zentralen Überwachungssystem erfasst werden. Dieses übernimmt dann die übergeordnete Betriebsführung und passt den Energieaufwand einzelner Anlagen an deren momentanen Erfordernisse in Abhängigkeit des im Vorfluter vorliegenden Zustands an. Geeignete Sensoren zur Erfassung des Reinigungszustands sowie die Entwicklung von Expertensystemen stünden im Mittelpunkt neuer Entwicklungen.
- sich Maschinen und ganze Verfahren selbst überwachen und sich aufgrund ihrer Belastung, ihrer Betriebszeiten und ihres Zustands für einen Service rechtzeitig selbst anmelden. Die Auswahl geeigneter Parameter sowie deren Auswertung in entsprechender Software wären Gegenstand von Entwicklungen und sind bei einigen Firmen bereits angelaufen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Auseinandersetzung mit Zielen der Nachhaltigkeit und deren Anwendung in der Abwasserwirtschaft eröffnet aufgrund der zahlreichen Herausforderungen zahlreiche Innovationspotentiale, von denen nur einige aufgezeigt werden konnten. Besonders für kleine und mittelständische Firmen bieten sich interessante Potenziale, da sie nicht in allumfassenden Dimensionen denken müssen, sondern sich spezifische, ins Firmenprofil passende Nischen suchen und belegen können. Für deutsche Firmen wird es jedoch wichtig sein, ihre Innovationen auch demonstrativ im Inland zu realisieren, um ihre Leistungsfähigkeit im Ausland und deren Potential zur Anwendbarkeit unter Beweis stellen zu können.

Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Franz Bischof
Fachhochschule Amberg-Weiden
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
D-92224 Amberg
Email: f.bischof@fh-amberg-weiden.de