

Der semizentrale Infrastrukturansatz

## Vier gewinnt im Kreislauf

*Von Susanne Bieker*

**Traditionell sind Wasser, Abwasser, Abfall und Energie organisatorisch getrennte Bereiche. Ein neuer Ansatz verknüpft die vier Komplexe auf intelligente Art und ermöglicht die Nutzung von Synergieeffekten, etwa das Gewinnen von Produkten aus Abwasser und Abfällen. Gleichzeitig ist er so flexibel, dass er eine „Infrastruktur on demand“ ermöglicht.**

— Auch wenn der Klimawandel in der deutschen Medienlandschaft wesentlich stärker präsent ist, so ist der demografische Wandel nicht weniger bedeutend für die Anpassungserfordernisse von Gesellschaft und Infrastrukturen (vgl. S. 34 ff.). In Deutschland benötigen immer weniger Menschen immer weniger Wasser, spezifisch ebenso wie absolut. Da die Systeme jedoch bestehen und erhalten werden müssen, steigen die Kosten pro Kubikmeter – was wiederum zum Wassersparen animiert und den Prozess verstärkt.

Ressourceneffizienz ist ein großes Thema in der deutschen Wasserforschung, denn während die alte westliche Welt schrumpft, wachsen immer mehr Städte in nie da gewesener Geschwindigkeit. Und mit ihnen ihr Ressourcenbedarf. Die Zahl der Einwohner(innen) Schanghais, einer der vielen asiatischen Wachstumsmetropolen, erhöht sich jährlich um mehr als 580.000 Menschen. Dies führt zu einem zusätzlichen Wasserbedarf von 77.000 Kubikmetern – jeden Tag, allein für die Bevölkerung.

Hinzu kommen gewerbliche, industrielle und landwirtschaftliche Bedarfe, die noch weitaus größer sind. Entsprechend bedarf es zusätzlicher Wasserressourcen, Transportwege und Aufbereitungskapazitäten. Die Herausforderungen sind sowohl auf technischer als auch auf natürlicher Seite enorm, denn natürliche lokale Wasservorkommen sind begrenzt. Die chinesische Lösung sieht Langstreckentransporte von Hunderten Kilometern vor, viele Städte und Regionen fokussieren zudem die energieintensive Meerwasserentsalzung. Aber auch der technische Infrastrukturbedarf in den Städten kann mit der Geschwindigkeit der Urbanisierung nicht mithalten: Die Städte wachsen schneller als die Infrastruktursysteme, Wohngebiete schneller als die benötigten Kläranlagen. Die Folgen sind Abwassereinleitungen in Oberflächengewässer und die unkontrollierte Entsorgung von Abfällen – mit weitreichenden und langfristigen Folgen für Mensch und Umwelt.

### **Alternative Lösungen**

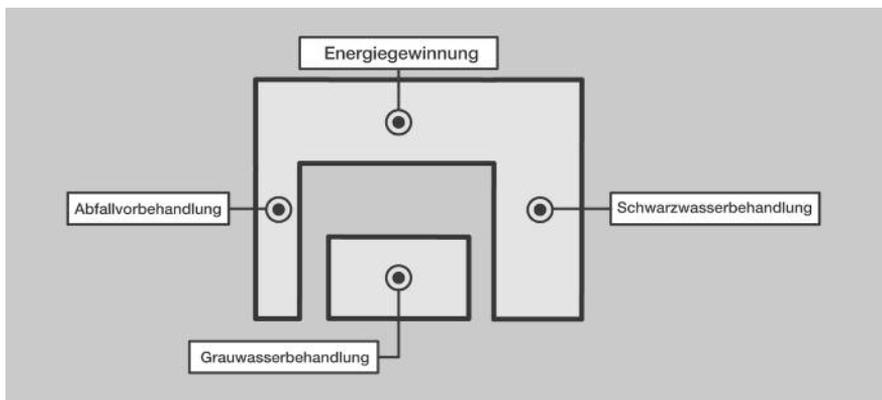
Die beschriebenen Entwicklungen erfordern neue Lösungen, die zwei wesentliche Anforderungen erfüllen: Sie müssen ressourceneffizient sein, das heißt, sie müssen die gerade in hoch verdichteten Regionen knappen Ressourcen Wasser und Energie bestmöglich nutzen. Gleichzeitig bedarf es flexibler Lösungen, die mit den Städten mitwachsen und dem jeweiligen lokalen Bedarf angepasst sind.

SEMIZENTRAL ist ein Infrastrukturansatz benannt, der unter der Federführung des Instituts IWAR der Technischen Universität Darmstadt für diese Herausforderungen in schnell wachsenden urbanen Räumen entwickelt und der im Mai 2015 mit dem GreenTec Award 2015 in der Kategorie Urbanisierung ausgezeichnet wurde. Mit jedem neuen Stadtteil entsteht bedarfsgenau die erforderliche Infrastruktur für Wasser, Abwasser und Abfall: Infrastruktur on demand. Investitionen für große Infrastrukturen, die lange im Unterlastbetrieb gefahren werden müssen und deren Return on Investment lange auf sich warten lässt, werden so vermieden. Gleichzeitig ermöglichen intelligente technische Lösungen Wassereinsparungen von 30 Prozent und mehr und einen energieautarken Betrieb des Systems durch Nutzung von Energie aus Abwasser und Abfall.

Am Anfang steht die integrative Betrachtung der verschiedenen Stoff- und Energieströme des neu zu entwickelnden Stadtteils. Wasserversorgung, Abwasserbehand-

lung, Abfallbehandlung und die dafür erforderliche Energieversorgung werden als Gesamtsystem angesehen. Im Unterschied zu konventionellen Anlagen erfolgt die Behandlung von Abfällen und Abwasser bei semizentralen Ver- und Entsorgungssystemen in sogenannten Resource Recovery Centers (vgl. Abb. 1), die räumlich nahe bei den Verbraucher(inne)n verortet sind. Dies spart lange Transportstrecken und damit Investitionen und Energie. Die verschiedenen Behandlungsstufen sind zudem innerhalb eines Gebäudekomplexes angeordnet. Dadurch reduziert sich der Flächenbedarf für die Behandlungseinheiten (und damit Investitionskosten für den Flächenerwerb), auch störende Lärm- und Geruchsemissionen lassen sich vermeiden. Nach mehr als zehn Jahren interdisziplinärer Forschung in Deutschland (gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung) und China (gefördert vom Ministry of Science and Technology) wurde im April 2014 das weltweit erste semizentrale Resource Recovery Center in der nordchinesischen Küstenstadt Qingdao eröffnet. Realisiert durch einen privaten Investor vereint es als deutsch-chinesisches Leuchtturmprojekt die wesentlichen Maximen des semizentralen Ansatzes und zeigt, dass die Vorteile des integrierten Infrastrukturansatzes nicht nur theoretischer Natur sind. Für ein neues Entwicklungsgebiet von etwa 12.000 Einwohner(inne)n wurde die erforderliche Infrastruktur errichtet und eine Wasserrecyclingquote von 100 Prozent angestrebt.

## 1 Module eines semizentralen Resource Recovery Centers



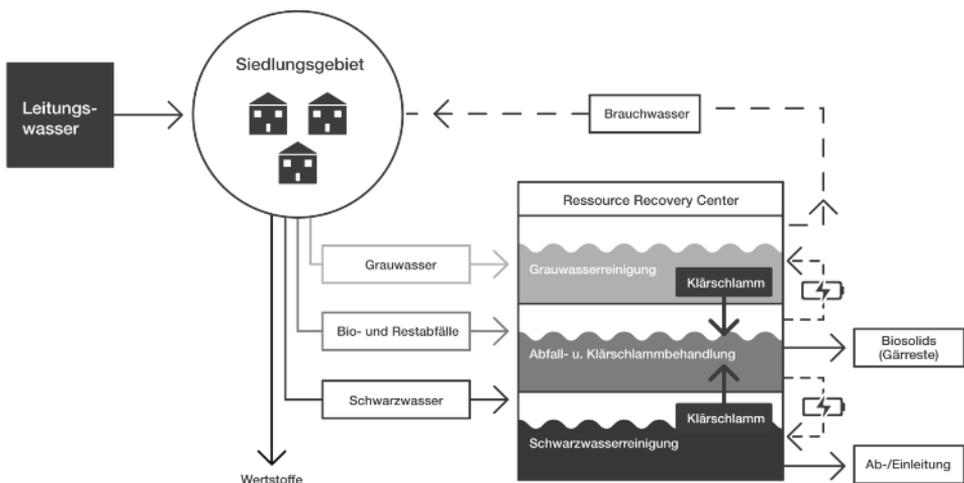
\_ Quelle: Eigene Darstellung

In jedem Haushalt werden die Abwasserströme von Duschen, Handwaschbecken und Waschmaschinenabläufen separat als sogenanntes Grauwasser erfasst und getrennt vom Küchen- und Toilettenabwasser abgeleitet (vgl. Abb. 2). Die Ableitung erfolgt in das jeweilige Resource Recovery Center des Quartiers. Am Standort Qingdao setzt sich das Einzugsgebiet neben Siedlungsgebieten aus einem Verwaltungszentrum und drei Hotelkomplexen zusammen.

Die Grauwasserbehandlung besteht aus einer mechanischen Vorbehandlung, einer biologischen Behandlung, bei der organische Kohlenstoffverbindungen eliminiert werden, und einer Desinfektion. Um die hohen Qualitätskriterien für Brauchwasser einhalten zu können, kommt ein Membranbioreaktor zum Einsatz. Dieser ermöglicht durch eine zusätzliche Membran den Rückhalt sämtlicher Feststoffe und Bakterien, stellt eine zusätzliche Barriere dar und erhöht somit die Ablaufqualität. Nach der Desinfektion lässt sich das Wasser für die Toilettenspülung und zur Straßenreinigung verwenden.

Küchen- und Toilettenabwasser, sogenanntes Schwarzwasser, wird ebenfalls im Resource Recovery Center behandelt. Im Unterschied zur Grauwasserbehandlung ist

## 2 Stoffströme im semizentralen System



\_ Quelle: Eigene Darstellung

zusätzlich eine Elimination von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff erforderlich. Da das Brauchwasser für Bewässerungszwecke zur Verfügung stehen soll, sind auch hier hohe Qualitätsanforderungen zu erreichen.

### **Klärschlamm und Bioabfall – Energieträger im semizentralen System**

Bioabfälle stellen den dritten Stoffstrom im semizentralen System dar. Diese werden gemeinsam mit den bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlämmen behandelt – unter anaeroben Bedingungen, wodurch Biogas entsteht. Durch hohe Temperaturen und ausreichende Verweilzeit kann zudem eine Hygienisierung erfolgen, sodass eine landschaftsbauliche Verwertung des Gärrestes in Form sogenannter Biosolids möglich ist.

Das bei der anaeroben Behandlung anfallende Biogas lässt sich im Resource Recovery Center energetisch verwerten. Durch ein Blockheizkraftwerk werden aus dem Biogas Strom und Wärme gewonnen. Die entstehende Wärme kann grundsätzlich auch im Umfeld eingesetzt werden. So besteht zum Beispiel das Potenzial, Wasserströme mit überschüssigen Abwärmemengen des Resource Recovery Center vorzuheizen, beispielsweise für Wäschereien oder Schwimmbäder. Der erzeugte Strom dient dem Betrieb der Behandlungsanlagen im Resource Recovery Center. Durch die Mitbehandlung der Abfallströme lässt sich der Biogasertrag so weit erhöhen, dass ein energieautarker Betrieb möglich ist.

Die getrennte Erfassung und Aufbereitung der beiden häuslichen Abwasserströme wird aus verschiedenen Gründen im semizentralen System realisiert: Einerseits wird der warme Abwasserstrom, das Grauwasser, separat erfasst, was die Verwertungsmöglichkeiten aufgrund des höheren Temperaturgradienten erhöht. Das Grauwasser ist gleichzeitig der Abwasserstrom mit dem geringeren Verschmutzungsgrad. Duschabwasser ist gefühlt sauber und nur mit ein bisschen Shampoo belastet – der ideale Strom für eine Wiederverwendung. Anders sieht es mit Schwarzwasser aus: Obgleich es technisch möglich ist, daraus Trinkwasser zu produzieren, wie das Beispiel NEWater aus Singapur zeigt, ist die Akzeptanz der Nutzer(innen) ungleich geringer. (1) Studien belegen, dass sowohl der Einzugsbereich des Abwassers („Mein eigenes Abwasser ist besser als das der Nachbarn“) eine Rolle für die Akzeptanz einer Wiederverwendung spielt als auch der Ursprung des Abwassers, also ob es aus Duschabläufen

stammt und damit vermeintlich unbelastet ist, oder aus Toilettenabläufen. (2) Für die Auswahl technischer Systeme ist also nicht nur das technisch Machbare von Bedeutung. Auch und insbesondere das Vertrauen der Nutzer(innen) in die technischen Systeme spielt eine wichtige Rolle und wird die (technische) Ausgestaltung der „Stadt der Zukunft“ maßgeblich mitbestimmen. \_\_\_\_\_

### **Anmerkungen**

(1) [www.pub.gov.sg/water/newater/Pages/default.aspx](http://www.pub.gov.sg/water/newater/Pages/default.aspx)

(2) Dolcinar, Sara/Hurlimann, Anna/Grün, Bettina: What Affects Public Acceptance of Recycled and Desalinated Water? In: Water Research 2/2011, S. 933-943.

Hartley, Troy W.: Public Perception and Participation in Water Reuse. In: Desalination 187/2006, S. 115-126.



### **Wie sieht Ihre Traumstadt aus?**

Viel Grün zwischen den Gebäuden. Raum und Umweltqualität für Bewegung draußen. Am Fluss joggen und zur Arbeit radeln. Und alles gut erreichbar.

### **Zur Autorin**

Susanne Bieker, geb. 1976, Raumplanerin, hat

im Bauingenieurwesen promoviert und leitet seit 2009 den Forschungsschwerpunkt SEMI-ZENTRAL am Institut IWAR der Technischen Universität Darmstadt.

### **Kontakt**

Dr.-Ing. Susanne Bieker  
Technische Universität Darmstadt  
Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik  
E-Mail [s.bieker@iwar.tu-darmstadt.de](mailto:s.bieker@iwar.tu-darmstadt.de)

---