

Shanghai, China – HSE-Referenzprojekt Expo 2010

INNOVATIVE STÄDTISCHE INFRASTRUKTUREN ALS TEIL VON REGIONALEN KREISLAUFWIRTSCHAFTEN

Dipl.-Ing. Ulf Rakelmann, Dr.-Ing. Zhiqiang Li

Hamburger Stadtentwässerung, HSE, ein Unternehmen von Hamburg Wasser, HW

Banksstrasse 4-6 / 20097 Hamburg / Germany

email: Ulf.Rakelmann@hhse.de / Zhiqiang.Li@hhse.de

1. Vorwort

Leben und Überleben auf der Erde braucht Wasser, Energie und Nährstoffe. Besonders die industrialisierte Welt geht verschwenderisch mit diesen Ressourcen um. Hieraus sind heute existentielle Problemstellungen wie der Klimawandel erwachsen. Fossile Energieträger stehen weltweit ebenso wie hochwertiges Rohphosphat nur noch begrenzt zur Verfügung. Trinkwasser mit ausreichender Qualität ist vielerorts Mangelware und führt weltweit zu Armut, Not und einer hohen Sterblichkeitsrate.

Die nachhaltige Sicherstellung von lebensnotwendigen Ressourcen ist eine der größten Herausforderungen denen sich die Menschheit stellen muss. Heute konkurrieren nicht nur die alten Industrieländer um Ressourcen. Es sind die bevölkerungsreichsten Schwellenländer China und Indien, die der Menschheit die Grenzen der Verfügbarkeit von Trinkwasser, fossilen Energieträgern und Nährstoffen aufzeigen.

Durch begleitende Prozesse verstärken sich diese Probleme. Die global stattfindende Landflucht hält weiter an. Die Weltbevölkerung wächst in den städtischen Großräumen. Im Jahr 2030 werden rund zwei Drittel der Menschheit in Städten leben. Die regionalen Infrastrukturen müssen an diese Entwicklung angepasst werden, damit Megacities in Zukunft ökonomisch wie ökologisch lebensfähig bleiben. Auch in Ländern deren prognostiziertes Bevölkerungswachstum insgesamt negativ ist, nimmt die Anzahl der in städtischen Verdichtungsgebieten lebenden Menschen weiterhin zu.

Heute lebt bereits die Hälfte der Menschheit in Ballungsräumen, drei Viertel aller Ressourcen werden hier verbraucht. Neben dem Individualverkehr sind es die Ver- und Entsorgungstransporte aus dem und in das Umland, die zu den Hauptproblemen für das Überleben von Megacities zählen. Die Flächeninanspruchnahme des Umlandes einschließlich der dort für die Stadt hergestellten Produkte stellen weitere Hauptprobleme dar. Um die

städtischen Bedürfnisse zu befriedigen, wird ein Vielfaches der Stadtfläche an Areal im nahen und fernen Umland benötigt. In London beispielsweise beträgt der so genannte ökologische Fußabdruck die 125-fache Größe der Stadtfläche, andere Großstädte schneiden nicht besser ab.

Eine nachhaltige Stadtentwicklung bedarf der Verminderung des Ressourceneinsatzes und der Integration von Stoffflüssen der Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen in eine regionale Kreislaufwirtschaft. Der renommierte englische Stadtplaner Sir Peter Hall prophezeit für die Zukunft eine Renaissance der Idee zur Landwirtschaftsstadt, die bereits um das Jahr 1900 erdacht wurde. Sie ermöglicht eine regionale Kreislaufwirtschaft, die unter der Einbeziehung von urbanen Infrastrukturen und ihrer Stoffströme, auch eine verstärkte stadtnahe Produktion von Lebensmitteln einschließt.

Das angestammte Handlungsfeld der Hamburger Stadtentwässerung HSE ist die Großstadt, heute die Hamburger Metropolregion. Die HSE ist ein Unternehmen des 2006 neu gebildeten kommunalen Gleichordnungskonzerns Hamburg Wasser HW, dem die Hamburger Wasserwerke und die Hamburger Stadtentwässerung als weiterhin eigenständige Unternehmen angehören. Wie kein anderes Unternehmen auf dem europäischen Kontinent kann Hamburg Wasser auf einen 160-jährigen Erfahrungsschatz zugreifen, um auf dieser umfassenden Grundlage neue stadtaugliche Wasserinfrastrukturlösungen für die Zukunft zu entwickeln.

2. Problemstellung

Städtische Wasserinfrastrukturen sind seit ihrer Entstehung auf das Engste mit den Themenstellungen Bürgerkomfort, Seuchenhygiene, Brandschutz, Stadtentwicklung, Gesundheitskosten, Transportlogistik, Energieaufwand und dem Wert der transportierten Stoffe verknüpft. Die Systemeffizienz nach dem jeweiligen zeitgemäßen Kenntnisstand ist bis heute immer Gegenstand kontroverser Debatten. Systemimmanent ist bei den gegenwärtig vorherrschenden, über einen langen Zeitraum gewachsenen und weitgehend technisch optimierten end-of-pipe Abwasserbeseitigungssystemen u.a.:

- ein scheinbar unabwendbarer fossiler Primärenergieverbrauch, bei mäßigem Abwasserreinigungserfolg,
- ein nicht vollständig ausschöpfbares Potential an erneuerbarer Energie bei der konventionellen Abwasserbeseitigung,
- eine unabwendbare Restverschmutzung der aufnehmenden Gewässer und Meere mit u.a. eutrophierender Wirkung,
- eine wirtschaftlich unabwendbare Belastung der Gewässer und Meere mit Mikroschadstoffen,
- die Verschwendung von hochwertigem Leitungswasser mit überwiegend Trinkwasserqualität bedingt durch die Schwemmkanalisation,
- eine aufwendige Nährstoffvernichtung, was z.B. indirekt erhebliche zusätzliche Primärenergieverbräuche zur Herstellung von Stickstoffkünstdünger auslöst und
- eine kapitalintensive Ableitung von Abwasser in Kanälen, was zu einem langen Innovationszyklus der Anlagen zur Abwassersammlung und Ableitung führt.

1.1

Nach dem heutigen Wissensstand und in Anbetracht globaler neuer Randbedingungen müssen die vorhandenen urbanen Wasserinfrastrukturen an die Veränderungen angepasst werden. Die konkreten Handlungsfelder der Akteure sind die konsequente Erhöhung der Effizienz der Infrastruktur, die Vermeidung des Verbrauchs von fossiler Primärenergie und die Rückführung endlicher Stoffströme in einen Kreisprozess. Darüber hinaus müssen Wege gefunden werden, unerwünschte Stoffe aus dem Abwasser zu eliminieren bzw. unschädlich zu machen.

Diese und weitere Handlungsfelder werden mit den heutigen Ansätzen der konventionellen Abwasserinfrastrukturen nicht zu lösen sein. Es ist daher notwendig, neue innovative Infrastruktursysteme zu entwickeln.

Weltweit gibt es eine Vielzahl von Entsorgungsmodellvorhaben, die, jedes für sich, eine Menge an Erfolg versprechenden Ideen beinhalten. Alle mehr oder weniger kleinen Projekte sind mit der Zielvorstellung verknüpft rationeller mit Ressourcen umzugehen, als es die vorherrschenden, gewachsenen end-of-pipe Systeme in der Lage sind oder sein werden. – Hamburg Wasser hat sich zum Ziel gesetzt Wasserinfrastruktursysteme weiter zu entwickeln, die in Städten, Ballungsräumen oder Regionen als Teil einer urbanen Kreislaufwirtschaft verwirklicht werden können. Für die HSE steht die Stadttauglichkeit von neuen Systemen im Vordergrund ihrer Entwicklungen, ebenso wie die notwendigen Übergangsszenarien für ihre Einführung.

1.2 3. Lösungen

Die Natur macht es uns vor. Sie arbeitet mit Nutzungskaskaden und mit Verwertungsketten. Abfall und Abwasser, sowie Restverschmutzungen sind unbekannt. Die Natur arbeitet nicht mit end-of-pipe – sondern stattdessen erfolgreich mit in front-of-pipe Systemen. Allen neuen Ver- und Entsorgungssystemen ist heute gemeinsam, dass Stoffströme nahe den Quellen separat gehalten werden. Durch ein Stoffstrommanagement werden die einzelnen Teilströme gesammelt, nach den spezifischen Bedürfnissen behandelt, um dann im Anschluss in einen Produktionsprozess zurückgeführt zu werden. Ziel ist immer der weitgehend geschlossene Kreislaufwirtschaftsprozess. Im Fall von neuen kommunalen Ver- und Entsorgungskonzepten stehen dann die Ressourcen Wasser, Energie und Nährstoffe wieder für einen neuen Nutzungszyklus zur Verfügung. Durch dieses Recycling werden Primäreinsätze von Ressourcen verringert bis vermieden.

Die HSE hat ein Infrastruktur-Grundmodell entwickelt, den HAMBURG WATER Cycle oder kurz HWC genannt, das auf vielen erfolgreichen kleinen Modellvorhaben aufbaut. Maßgabe ist es, dass sich unterschiedliche Ausführungsvarianten des HWC in bestehende urbane Wasserinfrastruktursysteme im laufenden Stadtentwässerungsbetrieb nicht nur integrieren, sondern dass sich darüber hinaus erfolgreich in Betrieb befindliche Systemkomponenten der vorhandenen Infrastruktur nutzen lassen.

Idealerweise lässt sich das HWC–Wasserinfrastruktursystem - bzw. deren an ortsspezifische Randbedingungen angepasste Ausführungsvarianten - beim Neubau von Städten oder neuen Einzugsgebieten verwirklichen. Die Anpassungsfähigkeit vom HWC-System ist dabei von besonderer, für seine Umsetzbarkeit entscheidender Bedeutung. Die Weltbevölkerung außerhalb der industrialisierten Welt wächst vorrangig in Asien in neu gebauten Städten. Andererseits kann sich das HWC in Europa erfolgreich in Betrieb befindliche Wasserinfrastruktursysteme einpassen, die den bisherigen gesetzlichen Anforderungen genügen. Hier wäre ein kurzfristiger Systemwechsel weder realistisch noch sinnvoll.

Als richtungweisendes Fernziel und heute bereits umsetzbarer Teilschritt will die HSE konzentriertes Schwarzwasser zusammen mit anderen nachwachsenden Energieträgern in Biomassezentren verwerten. Ziel ist die Einbeziehung der Aufbereitungs-Endprodukte in eine

regionale Kreislaufwirtschaft. Diese sind Methan oder Wasserstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, Nährstoffe und nach Gebrauch wieder aufbereitetes Wasser.

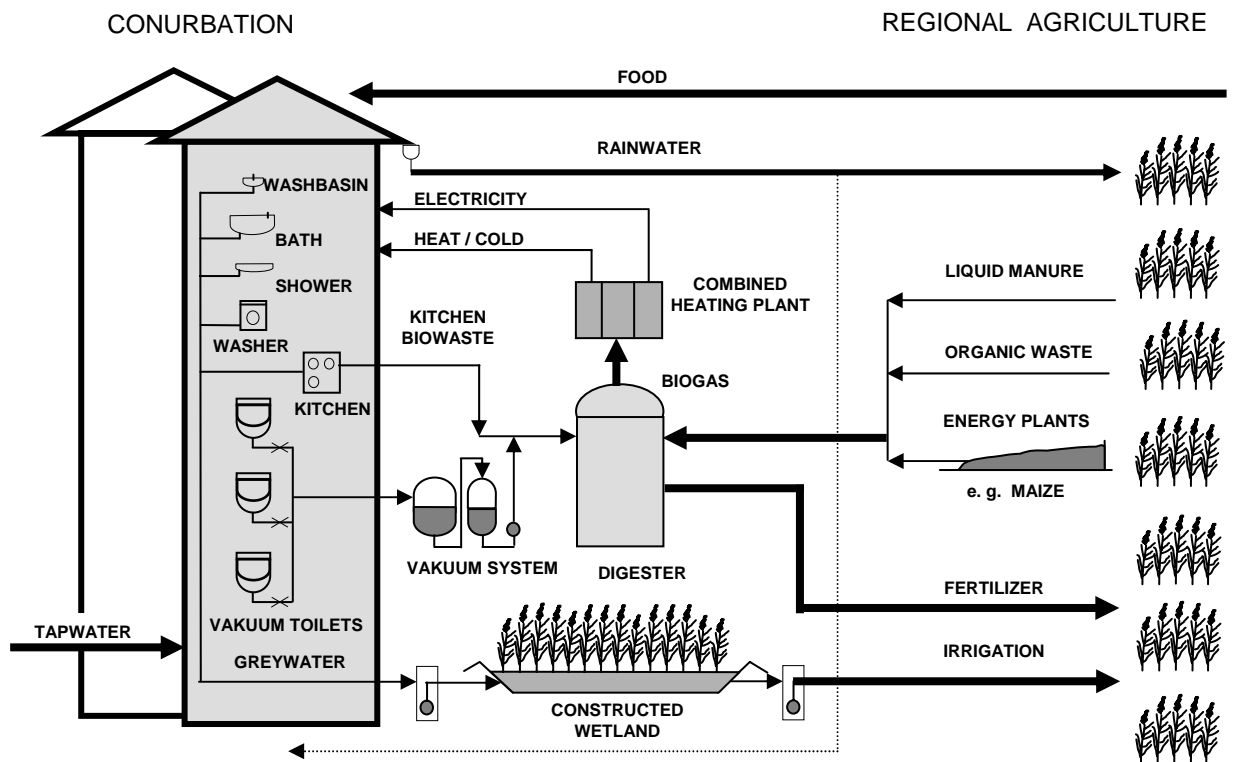
1.3 4. HWC-Projekt der HSE in Shanghai, China

Im Rahmen der Städtepartnerschaft zwischen Shanghai und Hamburg hat die HSE ein HWC-Wasserinfrastruktursystem für eine Siedlung mit ca. 500 Einwohnern auf 100 ha Fläche im Osten von Chongming Island konzipiert. Chongming ist eine etwa 1.400 Quadratkilometer große Insel, die verwaltungstechnisch zu Shanghai gehört. Derzeit leben hier etwa 650.000 Menschen. Das Pilotprojekt ist Teil eines weit größeren Vorhabens. Es ist die erste Phase zu einem Städtebauprojekt mit Namen Dongtan Eco-City. Mehrere kleine Pilotsiedlungsvorhaben mit eigenem städtebaulichen Charakter aber einheitlicher Ver- und Entsorgungsinfrastruktur sollen zu einer Stadt verknüpft werden, in der bis zur Expo-Shanghai 2010 etwa 25.000 Menschen leben werden. Bis 2030 sind nach den chinesischen Planungen maximal 500.000 Einwohner in Dongtan vorgesehen.

Das Siedlungsvorhaben unter Beteiligung der HSE, Dongtan Eco-Village, schließt eine nach ökologischen Prinzipien arbeitende Landwirtschaft mit ein. Das Konzept berücksichtigt die besonderen örtlichen Randbedingungen auf Chongming Island mit der Auswahl der technischen Komponenten und dem Verbund einzelner Elemente zu einem System. Vorgesehen ist die Umsetzung eines kleinräumigen Kreislaufwirtschaftssystems, dass konsequent die Möglichkeiten der Teilstrombildung nutzt:

- Zuleiten von häuslichem Grauwasser im Freigefälle in eine Pflanzenkläranlage um es nach erfolgter Reinigung zusammen mit dem in der Siedlung gesammelten Regenwasser für Bewässerungszwecke zur Verfügung zu stellen.
- Zuleiten von häuslichem Schwarzwasser mit Vakuumtechnik in einen Biogasreaktor.
- Zuleiten von häuslichen organischen Reststoffen, ebenso wie den organischen Reststoffen aus der Landwirtschaft und Gülle in den Biogasreaktor.
- Einbeziehen von Teilernten ganzer Pflanzen, wie Maissilage und anderen Pflanzen in den Biogasprozess.
- Verwerten des aus den nachwachsenden Rohstoffen gewonnenen Biogases.
- Rückführen der Gärrückstände aus dem Biogasreaktor als vollständiger Nährstoffdünger in die Landwirtschaft.

**Innovative urbane Infrastruktur als Bestandteil einer regionalen Kreislaufwirtschaft
UMSETZUNG IN CHINA, SHANGHAI, CHONGMING ISLAND**



Hamburger Stadtentwässerung, HSE, ein Unternehmen von Hamburg Wasser

Bild: Konzept der Wasserinfrastruktur Dongtan Eco-Village, Shanghai, Chongming Island, China

Die in die Siedlung eingebrachten Ressourcen wie Wasser, Energie und Nährstoffe werden somit weitgehend im Chongming-Insel-Kreislaufprozess recycelt. Im HWC Prozess wird mehr Biogas gewonnen, als in einem konventionellen Abwasserreinigungsverfahren. Es ist ein Hamburger Ziel, dass mit dem HWC-System der Entsorgungsvorgang energieautark wird. Der notwendige Energieaufwand soll aus erneuerbarer Energie gedeckt werden. Durch die Vergärung von Schwarzwasser und den zusätzlichen Einträgen von Biomasse in den Biogasprozess soll der Gesamtenergiebedarf der Siedlung über Biogas gedeckt werden. Es ist deshalb wichtig, dass alle Gebäude der Siedlung hinsichtlich ihrer betrieblichen Verbräuche energieoptimiert sind und damit zu einem wichtigen Bestandteil der Kreislaufwirtschaft werden. Weitere, unmittelbar an das Projekt angrenzende ländliche Siedlungsvorhaben auf Chongming

Island sollen mit HWC-Systemen ausgestattet und in die regionale Kreislaufwirtschaft eingebunden werden. In der Mitte dieser Kreislaufwirtschaft entsteht Dongtan Eco-City.

5. Schlussbemerkung

Einige Erwartungen an das Modellvorhaben Chongming Island sollen im Folgenden herausgestellt werden:

- Das herkömmliche Abwasserbeseitigungsverfahren wird im Vorhaben aufgegeben, stattdessen wird eine regionale Kreislaufwirtschaft aufgebaut. Eine Belastung des chinesischen Meeres durch gereinigtes Abwasser wird es nicht geben.
- Ein Leitungswassergebrauch von unter 90 l / E*d wird möglich. Das gebrauchte Wasser wird nach einer Aufbereitung in Grauwasserpflanzkläranlagen vollständig zu Bewässerungszwecken genutzt werden können.
- Die Grauwasserpflanzkläranlagen fügen sich als Gestaltungselement in die natürliche Landschaft von Chongming Island nahtlos ein. Pflanzenernten werden in den Biogasprozess einbezogen.
- Der notwendige fossile Primärenergieverbrauch der herkömmlichen Abwasserbeseitigungsverfahren wird durch einen Prozess der Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen abgelöst. Der Energieverbrauch der Siedlung auf Chongming Island kann durch die Einbringung von zusätzlichen nachwachsenden Rohstoffen in den Biogasprozess gedeckt werden.
- Klimawirksame Emissionen werden im Bilanzraum der Siedlung einschließlich des Bauernhofes weitgehend vermieden.
- Die in der Landwirtschaft benötigten Düngestoffe werden zum Teil aus dem Biogasprozess recycelt. Endlicher Phosphatdünger und mit fossiler Primärenergie aufwendig hergestellter Stickstoffdünger können auf diese Weise ersetzt werden.

Fernziel der HSE ist die Integration konventioneller Abwasserbeseitigungsverfahren in einen zentralen Biomasseverwertungsprozess und Einbeziehung der Produkte in die regionale Kreislaufwirtschaft. Dafür müssen heute die Weichen gestellt werden.