

Pilotprojekt für ein ganzheitliches Entwässerungskonzept in Städten

Henning Schonlau, Ulf Rakelmann, Zhiqiang Li, Thomas Giese, Thomas Werner, Kim Augustin und Christian Günner (Hamburg)

Zusammenfassung

Auf einem ca. 35 Hektar großen Areal einer ehemaligen Kaserne in Hamburg Jenfeld werden ca. 700 Wohneinheiten in Einzel-, Doppel- und Reihenhäusern sowie im Geschosswohnungsbau entstehen. In diesem städtischen Umfeld soll erstmalig der HAMBURG WATER Cycle® (HWC) in die Tat umgesetzt werden. Das System HWC beruht auf der getrennten Behandlung von örtlichen Stoffströmen. So wird das häusliche Abwasser an der Quelle als Schwarzwasser (Toilettenwasser) und Grauwasser (sonstiges häusliches Abwasser) getrennt gehalten. Das Grauwasser wird in einer dezentralen Anlage mit vergleichsweise geringem Aufwand gereinigt und vor Ort direkt in die Vorflut eingeleitet. Das Schwarzwasser wird mit weiterer Biomasse angereichert und vergärt. Das Regenwasser wird über offene Rinnen in ein als Teich ausgebildetes Regenrückhaltebecken und von dort in die Vorflut abgeleitet.

Schlagwörter: Entwässerungssysteme, Abwasserreinigung, Stoffstromtrennung, Schwarzwasser, Grauwasser, Energie, Nährstoff, Regenwassermanagement

DOI: 10.3242/kae2008.10.003

Abstract

Pilot Project for a Holistic Urban Drainage Concept

On some 35 ha of land of a former barracks in Hamburg-Jenfeld, 700 accommodation units will be constructed, i.e. detached houses, semi-detached houses, and apartment blocks. This is the first time that the Hamburg Water Cycle® (HWC) will be implemented in an urban environment. The HWC system is based on the separate treatment of local material flows. Thus domestic wastewaters are separated at source into black water (toilet water) and grey water (other domestic sewage). Grey water is treated in a decentralized plant with relatively little effort and then discharged locally into the receiving waters. Black water is enriched with additional biomass and then fermented. Stormwater is discharged via open flumes into a pond that serves as a stormwater retention tank, and from there into the receiving waters.

Key words: wastewater treatment, municipal, drainage systems, decentralized, material flow separation, black water, grey water, energy, nutrient, stormwater, management

1 Einleitung

Der globale Bevölkerungszuwachs, die weltweite Verstädterung und die stetige Zunahme des Konsums in den großen Wachstumsmärkten – insbesondere in Asien – führen zu einem Mangel wichtiger Ressourcen. Schon heute stellt der aus einer Verknappung resultierende rasante Preisanstieg im Energiesektor für viele Menschen eine hohe Belastung dar. Dabei ist abzu-sehen, dass auch andere Ressourcen knapper werden und einen Preisanstieg erwarten lassen. So werden die wirtschaftlich abbaubaren und für eine bevölkerungsreiche Welt unerlässlichen Phosphorreserven je nach Entwicklungsszenario in 60 bis 130 Jahren erschöpft sein [1]. Da Phosphor für das Pflanzenwachstum ein elementarer Nährstoff ist, kann ein Phosphormangel zu einer Verknappung in der Nahrungsmittelindustrie führen. Daneben wird bereits seit Jahren durch steigende Nutzung aber auch durch zunehmende Verschmutzung die Resource Trinkwasser in vielen Regionen der Welt zu einem knappen Gut. So haben derzeit etwa eine Milliarde Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und ca. 2,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sanitären Einrichtungen [2]. Für die Zukunft wird mit einer Verschärfung der Mangelsituation gerechnet.

Vor diesem Hintergrund stellt HAMBURG WASSER die bestehenden Wasserentsorgungssysteme auf den Prüfstand und sucht nach Alternativen mit gesteigerter Nachhaltigkeit. Bei der Entstehung der heute üblichen Schwemmkanalisation Mitte des 19. Jahrhunderts standen vor allem hygienische Probleme wie die Vermeidung von Epidemien im Vordergrund. Das heutige Kanalsystem, an dessen Ende die hoch technisierte Abwasserreinigung im Klärwerk steht, hat dieses Problem zwar gelöst, bindet jedoch immense Kapitalmengen und erfordert einen hohen Energieeinsatz. Unter dem Gesichtspunkt Ressourcen sparende Techniken zu entwickeln, hat sich HAMBURG WASSER das ehrgeizige Ziel gesetzt, an einem Pilotprojekt in nennenswerter Größe im Hamburger Stadtgebiet aufzuzeigen, dass eine Energie autarke Abwasserentsorgung und zugleich eine Rückgewinnung lebensnotwendiger Nährstoffe aus Abwasser auch in Städten möglich ist.

2 HAMBURG WATER Cycle

Der HAMBURG WATER Cycle (HWC) ist ein neues Stadtentwässerungskonzept auf der Basis bekannter Komponenten, das auch für den Einsatz in bestehenden Großstädten entwickelt wird. Er steht für eine getrennte Erfassung, Ableitung und Be-

handlung der Stoffströme Regen-, Grau- und Schwarzwasser (Abbildung 1). Die belasteten Stoffströme bleiben konzentriert. Wo es sinnvoll ist (wie etwa in Krankenhäusern), wird beim Schwarzwasser noch in Gelb- und Braunwasser unterschieden.

Der HWC beruht auf dem Bestreben eine Verdünnung der Schmutzstoffe zu vermeiden. Die Abwassertrennung mit einer an die Beschaffenheit der Stoffströme angepassten Behandlung hat das Potenzial, für einen Großteil des Abwassers den Reinigungsaufwand zu reduzieren und die Wertstoffe im Abwasser besser nutzbar zu machen.

Wird das Regenwasser vor Ort versickert, verdunstet oder in Verbindung mit einem Zwischenspeicher gedrosselt an die Vorflut abgegeben, reduziert sich der abzuleitende und gegebenenfalls zu behandelnde Abwasserstrom bereits deutlich. Das verbleibende häusliche Abwasser wird unterteilt in Schwarzwasser und Grauwasser.

Zur Ableitung des Grauwassers stehen mindestens zwei grundsätzliche Varianten zur Verfügung. Bei bereits bestehender Entwässerungsinfrastruktur kann das Grauwasser über die bestehenden Kanäle zur Kläranlage geleitet werden. In diesem Fall würde der Gewinn des Konzeptes zu einem Großteil aus einer um das Schwarzwasser verringerten Fracht im Kläranlagenlauf bestehen. Eine alternative Variante besteht darin, eine dezentrale Grauwasseraufbereitungsanlage vorzusehen, in der das Grauwasser mit einer vergleichsweise einfachen Technik gereinigt und anschließend vor Ort verwertet oder in die Vorflut abgegeben wird.

Bei einer Erfassung des Schwarzwassers in wassersparenden Vakuumtoiletten macht es in seiner Menge weniger als zehn Prozent des gesamten häuslichen Abwassers aus und es enthält Konzentrationen, die je nach Parameter ein (CSB, P) bis zwei (N) Größenordnungen größer sind als beim vergleichsweise schwach belasteten Grauwasser. Bei Medikamentenrückständen und Keimen ist der Unterschied sogar noch deutlicher. Die Verschiedenheit des Schwarz- und Grauwassers legt eine getrennte Ableitung und Aufbereitung nahe.

Im HAMBURG WATER Cycle ist eine getrennte Ableitung mit Vakuumtechnik vorgesehen. Das konzentriert gesammelte Schwarzwasser kann vor Ort oder zentral vergärt und damit Biogas gewonnen werden. Um die Gasausbeute zu erhöhen,

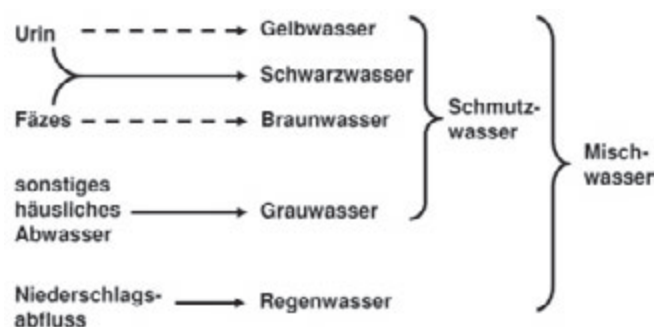


Abb. 1: Stoffströme im Abwasser

kann das Schwarzwasser mit weiterer Biomasse angereichert werden. Das gewonnene Biogas wird anschließend zur Energieerzeugung genutzt.

Das System arbeitet energieautark, ist gerade auch in großen Städten weltweit einsetzbar und kann somit einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Minderung leisten. Neben der Energieerzeugung gibt es aus Sicht der Abwasserentsorger noch zwei weitere wichtige Gründe für dieses System. Zum einen können die Medikamentenausscheidungen des Menschen mit dem Schwarzwasser konzentrierter als bisher gesammelt und somit zukünftig effektiver behandelt werden. Zum anderen geht es um die Nutzung der in den menschlichen Ausscheidungen enthaltenen lebensnotwendigen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor. Besonders Phosphor ist ein begrenzter Rohstoff, der sich in den nächsten Jahrzehnten deutlich verknappen wird. Durch eine konzentrierte Sammlung des Abwassers wird die Perspektive geschaffen, unter ökonomisch sinnvollen Bedingungen die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff gezielt aus dem Abwasser zurück zu gewinnen.

3 Neues Wohnen in Jenfeld

Auf dem ca. 35 Hektar großen Areal einer ehemaligen Kaserne im Hamburger Stadtgebiet, Bezirk Wandsbek, sollen unter dem Leitmotiv „Neues Wohnen in Jenfeld“ von 2010 bis 2013 etwa 700 Wohneinheiten in Einzel-, Doppel- und Reihenhäusern sowie im Geschosswohnungsbau entstehen. Das Quartier wird über kulturelle und soziale Einrichtungen verfügen. Auf einer Teilfläche finden gewerbliche Ansiedlungen Platz. Des Weiteren entstehen eine kleinere und eine größere Grünanlage sowie ein neuer ca. 4200 m² großer Teich. Es wird eine insge-

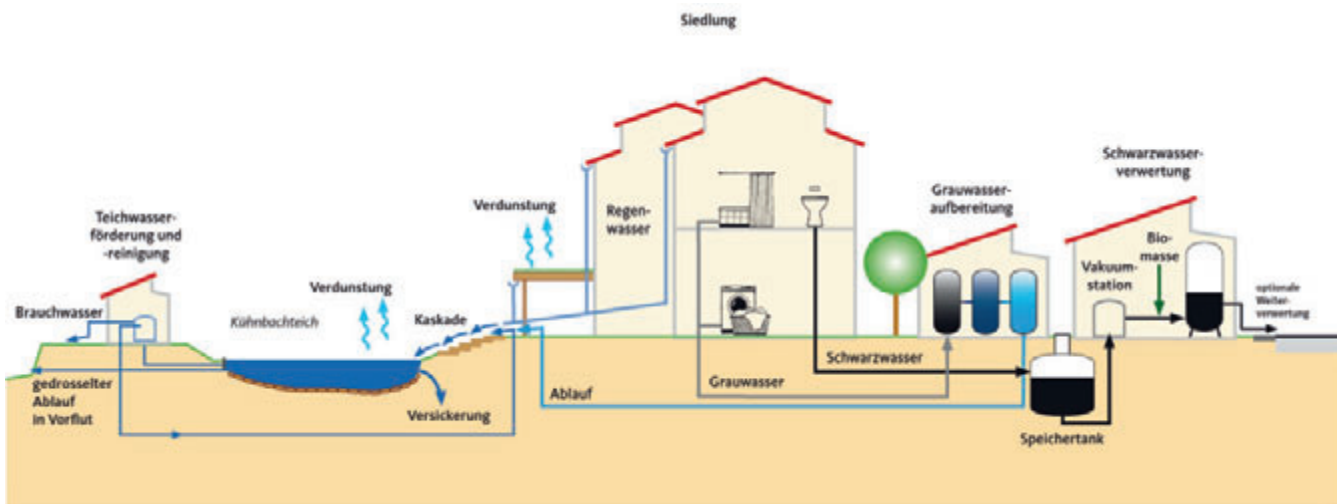


Abb. 2: Überblick HAMBURG WATER Cycle in Jenfeld

samt attraktive Bebauung angestrebt, die den Stadtteil Jenfeld aufwerten soll. Aus diesem Grund beabsichtigt das zuständige Bezirksamt Wandsbek eine grüne, wasserreiche und klimaneutrale Wohnsiedlung zu erschaffen. Ein wichtiger Teil dieser Bestrebung besteht in der Umsetzung des HAMBURG WATER Cycles. Dokumentiert wird der besondere Stellenwert des Projektes auch dadurch, dass die Kommission der Internationalen Bauausstellung Hamburg (IBA) beabsichtigt, das Projekt „Neues Wohnen in Jenfeld“ in den Status eines IBA-Referenzprojektes zu erheben. Die ersten Arbeiten auf dem Gelände sollen im Jahr 2009 beginnen.

4 HAMBURG WATER Cycle® in Jenfeld

In dem städtischen Umfeld von Hamburg Jenfeld soll erstmalig in größerem Maßstab der HAMBURG WATER Cycle zum Einsatz kommen. Mit diesem Vorhaben soll in Jenfeld das europaweit größte Projekt mit trennendem Entwässerungssystem umgesetzt werden. Dabei baut das Vorhaben auf den Erfahrun-

gen von erfolgreichen Pilotprojekten auf (z. B. Lübeck Flintenbreite [4]). Ein Überblick über das in Jenfeld eingesetzte System wird in Abbildung 2 gezeigt.

4.1 Regenwasser

Das Regenwasser wird über eine offene Entwässerung in den zentral gelegenen Kühnbachteich und anschließend in die Vorflut geleitet. Das gesamte Gebiet wird damit bezüglich des Regenwassers vom Kanalnetz abgekoppelt.

Der Kühnbachteich wird nach unten abgedichtet und soll auch in trockenen Monaten eine Mindestwassermenge enthalten. Sobald der Wasserspiegel über das Trockenwetterstauziel steigt, wird das Regenwasser über eine Drossel in die Rahlau abgeführt. Um eine hydraulische Überlastung der Vorflut zu vermeiden wird die Drossel so gestaltet, dass maximal 0,6 l/(s×ha) in die Vorflut abgeleitet werden. Die Böschung des neu anzulegenden Teichs wird so geformt, dass oberhalb des Trockenwetterstauziels mehr Stauraum zur Verfügung steht als für



Abb. 3: Vogelflug über das Projektgebiet, Kühnbachteich und Kaskadenpark als Ost-West-Achse, Vier-Quellenkonzept im Süden, Zirkulationstechnik auf dem Betriebsgelände im Norden

ein 30-jährliches Starkregenereignis benötigt wird. Bei einem Ereignis oberhalb des Bemessungsregens, wird das Wasser über einen Notüberlauf abgeführt [5].

Um eine Eutrophierung des Kühnbachteichs und ein Absinken der Sauerstoffkonzentration in den Sommermonaten zu verhindern, wird das Teichwasser über eine gestalterisch ansprechende Kaskade zirkuliert. Zudem wird eine Abwasserfiltration mit P-Elimination zur Schwebstoff- und Phosphorreduzierung vorgesehen, um ein vermehrtes Algenwachstum zu vermeiden.

Das Regenwasser von den privaten versiegelten Flächen wird größtenteils auf gemeinschaftlichen privaten Flächen in offenen Rinnen in den Teich bzw. in die Kaskade eingeleitet. Das Regenwasser aus den Straßen in unmittelbarer Teichnähe wird ebenfalls über straßenbegleitende offene Regenwasserrinnen in den Kühnbachteich abgeführt.

Eine Besonderheit stellt die Regenwasserableitung in den Teich fernen Straßen dar. Aufgrund der großen Straßenflächen und der daraus resultierenden großen Regenwassermenge würde eine Ausbildung als straßenbegleitende offene Regenwasserrinne zu einem nicht akzeptierten Platzbedarf im Straßenquerschnitt führen. Aber auch eine unterirdische Regenwasserführung ist dort nicht möglich, da sie dem Gesamtentwässerungskonzept widerspricht und das Wasser nur über zusätzliche Pumpen in den Teich geführt werden könnte. Ein neuer Ansatz sieht vor, den städtebaulichen Aspekt der Teichzirkulation zu erweitern und mit der Regenwasserableitung in den Teich fernen Straßen zu verbinden. Dazu wird das zirkulierende Wasser nicht direkt in die Kaskade eingespeist, sondern in einer kleineren südlichen Grünfläche durch vier Quellen an die Oberfläche geführt (Abbildung 3). Von dort fließt das zirkulierende Teichwasser in kleinen städtischen Gerinnen neben der Straße in die Kaskade im Kaskadenpark und plätschert von dort Richtung Teich. Anders als bei reinen Regenrinnen, werden diese Gerinne auch bei Trockenwetter durchströmt und bilden somit ein wichtiges städtebauliches Element. Ähnliche städtische Gerinne sind unter anderem aus Freiburg oder Aachen bekannt. Die Gerinne des Vier-Quellenkonzeptes werden so bemessen,

dass sie ein 5-jährliches Starkregenereignis aufnehmen können. Auf diese Weise kann das Regenwasser nun auch im südlichen Wohngebiet an der Oberfläche abgeführt werden.

Darüber hinaus verbessern diese städtischen Gerinne das Mikroklima, erhöhen die Identifikation der Bewohner mit ihrer Umgebung und steigern auf diese Weise insgesamt den Wohnwert.

4.2 Grauwasser

Die Wohnbebauung auf dem betrachteten Gelände wird an ein gesondertes Grauwasserkanalnetz angeschlossen. Das Grauwasser wird mittels Freigefällekanal zum tiefsten Punkt des Geländes am Auslauf des Kühnbachteiches geführt und von dort zu dem Betriebsgelände im Plangebiet gepumpt. Dort wird das Wasser mittels Vorklärung, aerobe Behandlung, P-Elimination und Nachklärung so weit gereinigt, dass das gereinigte Grauwasser in die Vorflut abgegeben werden kann. Die in Hamburg übliche Ableitung zu einer zentralen Kläranlage ist hier nicht erforderlich. In Trockenwetterperioden kann mit dem gereinigten Wasser auch einem verdunstungsbedingten Absinken des Wasserspiegels im Teich begegnet werden. Grundsätzlich ist das gereinigte Grauwasser aber auch für die Bereitstellung von Brauchwasser für das geplante Gewerbe geeignet.

4.3 Schwarzwasser

Um das Toilettenwasser möglichst wenig zu verdünnen, werden in den Häusern Vakuumtoiletten eingesetzt. Sie reduzieren den benötigten Trinkwassereinsatz auf weniger als ein Liter pro Spülung. Konventionelle Schwerkräftoiletten benötigen hierfür etwa sechs bis zehn Liter Wasser pro Spülung. Die reduzierte Wassermenge schlägt sich für den Bürger in einer Wassersparnis von ca. 20 bis 30 Prozent des mittleren Tagesbedarfs und damit einer sinkenden Wasserrechnung nieder.

Die reduzierte Verdünnung der Fäkalien haben aber auch für die weitere Behandlung wichtige Vorteile. So handelt es sich bei dem anfallenden Schwarzwasserstrom um einen vergleichsweise kleinen Abwasserstrom mit hohen Konzentrationen. In Jenfeld wird das Schwarzwasser über eine Vakuumkanalisation zu dem Betriebsgelände im Plangebiet gefördert. Dort wird das bereits mit einem hohen CSB und hohen oTS versehene Schwarzwasser mit weiterer Biomasse angereichert. Dieses Gemisch wird anschließend in einer Biogasanlage vergärt. Das gewonnene Biogas dient als regenerative Energiequelle, um in Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Wärme zu erzeugen. Ein Teil dieser Energie wird benötigt, um die Entwässerung und Aufbereitung zu realisieren. Das so behandelte Abwasser aus der Biogasanlage wird in einer ersten Ausbaustufe der Schlammbehandlung im Klärwerksverbund Köhlbrandhöft zugeführt. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen die enthaltenen Nährstoffe Phosphor und Stickstoff genutzt werden.

5 Fazit

Mit dem vorgestellten HAMBURG WATER Cycle sind folgende Zielsetzungen verbunden, die in Jenfeld in gestalterisch ansprechender Bauweise und wasserreicher Freiraumgestaltung umgesetzt werden:

- Getrennte Stoffstromerfassung (Trennung Regen-, Grau- und Schwarzwasser),

- Minimierung der transportierten Abwassermenge (Abkoppelung Regenwasser, wassersparende Vakuumtechnik),
- energetisch günstige Reinigungsverfahren (Bodenfilter, einfache Grauwasserbehandlung, Schwarzwasservergärung mit Biogaserzeugung) sowie
- optionale Weiterbehandlung des verringerten Stoffstroms (Nährstoffrückgewinnung, Behandlung zur Reduzierung von Mikroschadstoffen).

Dieses Konzept zeigt eine Möglichkeit auf, durch eine getrennte Erfassung der Abwasserströme weitere Energieeinsparungen und aktiven Klimaschutz – bei gleichem Entwässerungskomfort und Schonung des Wasserhaushalts – zu erreichen.

Literatur

- [1] I. Steen (1998): Phosphorous availability in the 21st century. Management of a non renewable resource, *Journal Phosphorus Potassium* Nr. 217, www.nhm.ac.uk/mineralogy/phos/p&k217/steen.htm
- [2] I. Spiller (2003): Wasser für alle?!. Heinrich-Böll-Stiftung, www.boell.de/alt/downlo-ads/Wasser_Ingrid.pdf
- [3] M. Oldenburg (2007): Nährstofffrachten in Grau- und Schwarzwasser. Zur Verfügung gestellte Zusammenfassung von Messergebnissen
- [4] M. Oldenburg (2004): EcoSan Konzepte in Siedlungen: Planung, Umsetzung und Betrieb in Deutschland – Beispiele und Erfahrungen aus der Praxis. EcoSan Tagung – Kreislauforientierte Abwassersysteme, Wien
- [5] West 8 & BRW (2006): Neues Wohnen in Jenfeld. Funktionsplanung, beauftragt durch Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg

Autoren

*Dr.-Ing. Henning Schonlau, Dipl.-Ing. Ulf Rakelmann
Dr.-Ing. Zhiqiang Li, Thomas Giese, Dr.-Ing. Thomas Werner
Dr. Kim Augustin, Dipl.-Ing. Christian Günner
HAMBURG WASSER
Billhorner Deich 2, 20539 Hamburg
E-Mail: HSchonlau@HWW-Hamburg.de*

