

Erwin Nolde

Die getrennte Erfassung von Grauwasser

Ein Beispiel für Grauwasserrecycling im mehrgeschossigen Wohnungsbau. Ein Weg zur Daseinsvorsorge und mehr Ressourceneffizienz.

Nach wie vor sind sowohl global als auch bundesweit hohe Energieverbräuche, Erdüberhitzung und stark abnehmende Phosphorressourcen zu beklagen. Die Wasserkirtschaft, deren Daseinsvorsorge sich auf die zentrale Trinkwasserversorgung konzentriert aber auch die Immobilienwirtschaft, könnten durchaus einen höheren Beitrag zur Reduzierung der Problematik leisten. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) haben u.a. in Berlin zwei Projekte gefördert. Dazu gehören ein Projekt zur Wärmerückgewinnung aus Grauwasser und das ROOF WATER-FARM-Projekt (Fördermaßnahme INIS), ein dezentrales Konzept für mehr Ressourceneffizienz. Nun sind die Entscheidungsträger gefordert, zeitnah die richtige Weichenstellung vorzunehmen.

Hintergrund

Im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist eine klare Hierarchie festgelegt. Demnach genießt die Abfallvermeidung die höchste Priorität, sie steht vor der Vorbereitung zur Wiederverwendung, dem Recycling und der sonstigen Verwertung von Siedlungsabfällen. Die niedrigste Priorität fällt der Abfallbeseitigung zu.

Der Erfolg oder Misserfolg dieses Gesetzes hängt ganz wesentlich davon ab, ob und wie gut die getrennte Erfassung der Wertstoffe bereits im Haushalt gelingt.

Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft wird der „Wertstoff“ häusliches Abwasser vielfach sogar noch mit dem Niederschlagswasser vermischt in einer einzigen Abwasserleitung abtransportiert, um anschließend zentral behandelt und beseitigt zu werden. Ein ökologisch sinnvolles Recycling ist unter diesen Umständen nicht mehr möglich. Dieses Vorgehen ist zudem noch energieintensiv. Die heutige Siedlungswasserwirtschaft ist

Potenziale der Stoffstromtrennung

Sofern das – im Jahresmittel bis zu 31 °C warme – Grauwasser (vgl. /2/) nicht mit dem übrigen Schwarzwasser (etwa 20 bis 30 Vol.-Lumenprozent) gemeinsam erfasst und stattdessen bereits im Gebäude einer Wärmerückgewinnung (Abkühlung um 14 K auf 17 °C) unterzogen wird, kann ihm rechnerisch 1.754 Wh pro Person und Tag thermische Energie entzogen werden. Dies ist deutlich mehr, als wenn das Gesamtabwasser erst weit entfernt und nach Abkühlung im Erdreich zentral nur noch um 1,5 K abgekühlt werden kann. Nochmals deutlich niedriger im Vergleich zur zentralen Wärmerückgewinnung ist das Energiepotenzial (118 Wh/P/d), das sich als Biogas aus dem häuslichen Abwasser gewinnen lässt.

Ergebnisse

der größte kommunale Stromverbraucher. Die Stadt Berlin (rund 3,5 Mio. Einwohner) benötigt für die Trinkwasser- und Abwasserversorgung so viel Elektroenergie, wie eine Stadt mit 280.000 Einwohnern an Haushaltstrom (vgl. /1/). Zudem sind konventionelle Erschließungsprogramme für städtische Siedlungsgebiete mit mehr als 24.000 € pro Hausanschluss¹ teuer und sicherlich auch nicht zukunftsfähig.

Häusliches Abwasser ist eine Ressource für

Wasser, Energie und Nährstoffe.

Die Stofftrennung im Gebäude kann zu deutlich mehr

Umweltschutz und gleichzeitig niedrigeren

Betriebskosten beitragen. Als Beispiel hierfür sei das Grauwasserrecycling im mehr-

geschossigen Wohnungsbau genannt.

Zukunft der Stadt

„Das ist die Zukunft der Stadt! Es wissen nur noch nicht alle!“ – so lautet der Eintrag der Politikerin Renate Künast am 17.11.2015 in das Gästebuch der ROOF WATER-FARM.



Bild 1 Blick auf das „Wasserhaus“ im Block 6 von ROOF WATER-FARM mit Grauwasserrecycling- und eine Schwarzwasseranlage, Betriebs- und Goldwasser werden im angrenzenden Gewächshaus getestet.
Quelle: Nolde & Partner

¹ http://www.bwb.de/content/luanguage1/html/13539_14521.php (zuletzt aufgerufen am 11.1.2017)

² Gefördert im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme INIS siehe auch <http://www.roofwaterfarm.com/neuigkeiten> (zuletzt aufgerufen am 11.1.2017)

Tab. 1 Häusliches Abwasser als eine Ressource für Wasser, Energie und Nährstoffe (grün markiert sind die höchsten Recyclingpotenziale)

	Urin		Faeces		Schwarzwasser Faucet + Urin + 30 Liter		Grauwasser		Gesamtabwasser	
	Menge	%	Menge	%	Menge	%	Menge	%	Menge	%
CSB g/E/d	1,37	1,0	0,14	0,1	31,5	22,6	108	77	139,5	839
N g/E/d	10	8,5	60	51,3	70,0	58,8	47,0	40	117	92,5
P g/E/d	10,4	80,6	1,5	11,6	11,9	92,2	1,0	8	12,9	14,3
K g/E/d	1	50,0	0,5	25,0	1,5	75,0	0,5	25	2,0	30,1
S g/E/d	2,5	59,5	0,7	16,7	3,2	78,2	1,0	24	4,2	27,2
Wärme- potenzial Wh/E/d			0,7	19,4	0,2	5,6	0,9	25,0	2,9	81
Biogas Wh/E/d										118
Energiebetrachtung							14	1,5	243	
							1,754			

Quelle: Untersuchungen von Nolde & Partner sowie Berechnungen, basierend auf Bauhaus-Universität Weimar (2009) S. 13 - 14

im ROOF WATER-Farm-Projekt² – auch die höher belasteten Abwässer aus Waschmaschinen und Küchen enthalten, ist die organische Belastung vergleichsweise hoch (rund 850 mg/l Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)) (vgl. /3/), was bei der Anlagendimensionierung zu beachten ist.

Ziel der Grauwasseranwendung ist es, entsprechend der angestrebten Verwendungen (Toiletten spülen, Wäsche waschen, Bewässerung, Raumreinigung usw.) ein Betriebswasser zu erzeugen, das

- █ hygienisch einwandfrei ist
- █ dem Nutzer weder einen Komfortverlust noch Nutzungsauflagen abverlangt
- █ unter Umweltgesichtspunkten den konventionellen Systemen überlegen ist und
- █ Kostenvorteile für den Endnutzer erzeugt.

Alle vier Anforderungen werden seit nunmehr zehn Jahren im Praxisbetrieb mit einem mehrstufigen Wirbelbett-System ohne Zusatz von Chemikalien sicher und vollständig erfüllt.

Im ROOF WATER-FARM-Projekt werden täglich rund 10 m³ Trinkwasser eingespart, weil von 250 Personen statt dessen hochwertiges Betriebswasser zur Toilettenspülung und neuerdings auch zur Lebensmittelproduktion verwendet wird. Wichtig ist, dass

Tab. 2 Typische Zulauf- und Ablaufkonzentrationen der Grauwasserrecyclinganlage im Block 6 von ROOF WATER-FARM im Vergleich zu üblichen Konzentrationen von Berliner Großkläranlagen

Parameter	Unit	Grauwasser		Kommunale KA	
		Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf
TSS	mg l ⁻¹	110	<0,1	387	5,6
Trübung	NTU	100	<1		
CSB	mg l ⁻¹	850	25	780	44
DOC	mg l ⁻¹	100	7 - 10	54	10
TN	mg l ⁻¹	10	5	72	11
NH4-N	mg l ⁻¹	2,7	<0,03	45	0,7
NO3-N	mg l ⁻¹	0,3	3,5		
TP	mg l ⁻¹	4,7	2,1	16	0,36
E.coli	1/100 ml	$10^5 - 10^6$	<10 ¹	$10^4 - 10^5$	
Acesulfam	µg/l	14	1,29		
Diclofenac	µg/l	31	0,67		
Gabapentin	µg/l	0,59	0,28		
Valsartan	µg/l	<0,1	<0,1		

Quelle: Nolde & Partner

Ziel des Anlagenbetreibers ist es, die bereits relativ ehrgeizigen Qualitätsanforderungen an Betriebswasser (vgl. /4/) – z. B. den Biochemischen Sauerstoffbedarf in 7 Tagen ($BSB_7 < 5 \text{ mg/l}$, > 50 % Sauerstoffsättigung, $E. coli < 100/100 \text{ ml}$ – sicher zu unterschreiten. Die Trübung unter 1 NTU zu halten (das ist der Grenzwert für Trinkwasser) hat sich aus Sicht des Betreibers besonders bewährt.

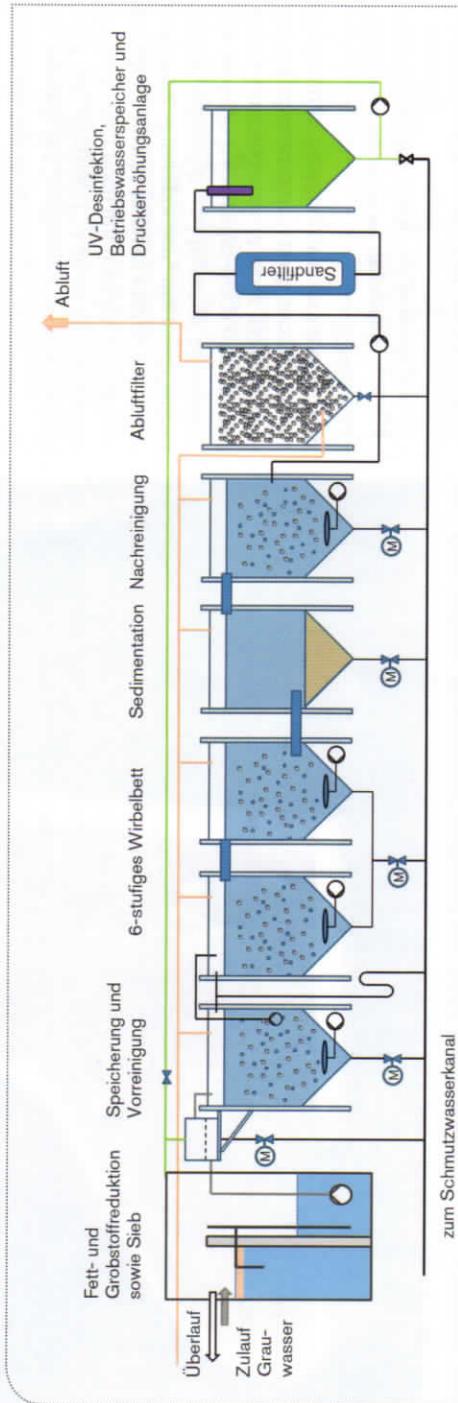


Bild 2 Mehrstufige Grauwasseranlage im Besucherhaus des Block 6 der Roof Water Farm in Berlin.

Quelle: Nolde & Partner

Zum einen gab es in den zehn Jahren keine einzige Beschwerde seitens der Mieter, die das hochwertige Betriebswasser kaum vom Trinkwasser unterscheiden können. Zum anderen waren keine Rohrspülungen erforderlich – und der Betriebswasserspeicher musste nur selten ausgespritzt werden, was niedrige Betriebskosten zur Folge hat.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten: Di- verse Medikamente (Röntgenkontrastmittel, Blutdrucksenker usw.), die im Zu- und Ab- lauf von kommunalen Kläranlagen in durch- aus nennenswerten Konzentrationen auf- treten, lagen bereits im Grauwasserzulauf unterhalb der Nachweissgrenze. Bemerkenswert ist auch, dass diverse andere Spuren- stoffe im klaren, nahezu partikel- und ge- ruchsfreien sowie hygienisch einwandfreien Betriebswasser in deutlich geringerer Kon- zentration nachgewiesen wurden als in Berliner Oberflächengewässern. Dies kommt der Lebensmittelqualität der ROOF WATER-FARM-Produkte zugute.

Die Mehrstufigkeit der biologischen Reini- gung ist vermutlich die entscheidende Ursache dafür, dass einzelne Spurenstoffe, die sich in Großkläranlagen nicht oder nur in sehr geringem Maße reduzieren lassen, hier so deutlich vermindert werden. Dass bei- spielsweise der Stoff Acsulfam in einer Kläranlage um mehr als 90 % reduziert wird, galt zuvor als äußerst unwahrscheinlich (vgl. /5/).

Online-Überwachungen der Betriebswasser- qualität (O_2 , Temperatur, SAK und Trü- bung), die im Rahmen des F+E-Projekts durchgeführt wurden, zeigten: Über mehrere Monate hinweg wurden dauerhaft niedrige Trübungen – in der Regel deutlich unter 1 NTU –, konstant niedrige SAK-Werte und hohe Sauerstoffkonzentrationen gemessen, was die Prozessstabilität der Anlage dokumen- tiert. Allerdings ist der Wartungs- und Betriebsaufwand für das Online-Monitoring im Normalbetrieb noch sehr aufwändig. Die für den Anlagenbetrieb erforderliche Stell-

fläche beträgt rund $0,1 \text{ m}^2$ pro Person, was etwa der Größe eines DIN A4-Blatts ent- spricht.

Für ein zweites Leitungsnets einzließlich einer hochwertigen Grauwasseraufbereitung – hier noch als Prototyp – wurden für den mehrgeschossigen Wohnungsneubau Mehrkosten in Höhe von etwa 20 €/m^2 Wohnfläche bzw. Betriebswasserkosten in Höhe von rund 3 €/m^3 ermittelt. Neben den niedrigen Trink- und Abwasserkosten werden durch das Grauwasserrecycling gegebenenfalls auch niedrigere Grundgebühren fällig, die sich in der Regel nach dem Nenn- durchfluss des Trinkwasserzählers richten.

Ausblick

Wasser ist ein regionales Produkt, das den Kunden in ausreichender Menge und guter Qualität 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr zur Verfügung stehen sollte. Dies gilt natürlich auch für die Betriebswasser- versorgung. Neben hochwertiger Technik ist für den zuverlässigen Anlagenbetrieb auch gut ausgebildetes Personal zwingend erfor- derlich.

Ein zentral organisierter Betrieb diverser de- zentraler Grauwasserrecyclinganlagen könnte zu einem weiteren Betätigungsfeld fortschrittlicher Wasserver- und Abwasse- rentsortungsunternehmen werden.

Energiepositive Grauwasserrecyclinganla- gen und solche, die auch die hoch belasteten Grauwasseranteile aufbereiten, werden seit mehreren Jahren erfolgreich und sicher be- trieben. Bei Neubauten und Sanierungen sollte deshalb stets geprüft werden, wie sich Grauwas- serrecycling und Wärmerückgewinnung am besten integrieren lassen. Durch Wärme- rückgewinnung wird etwa zehnmal so viel Wärme gewonnen, als zum Anlagenbetrieb für Grauwasserrecycling und Wärmerückge- winnung an elektrischer Energie benötigt wird.

Insbesondere in Zeiten, in denen die Zinsen extrem niedrig sind, sollte die Ressource Grauwasser als ein Baustein gegen den Klimawandel und gegen hohe Betriebskosten konsequent zur Anwendung kommen. Investoren, die ihre Gebäude selbst nutzen, z. B. einige private Baugruppen haben das er- kannt. Dass dem allgemein nicht so ist, liegt vor allem daran, dass Energie- und Wasser- kosten für Vermieter „durchlaufende“ Kos- ten darstellen, die zu 100 % auf die Mieter umgelegt werden.

Solang die Kosten für Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung aus Abwasser einseitig vom Immobilieneigentümer zu ver- buchen sind, während die Betriebskosten einsparungen einseitig dem Immobilien- nutzer zugutekommen und die Wasserverwirt- schaft sich über höhere Wasserverbräuche – und damit höhere Einnahmen freut, bleiben

Umweltschutz und Daseinsvorsorge auf der Strecke.

Nun ist der Gesetzgeber gefragt, über finanzielle Anreize oder Verordnungen in geeigneter Weise dafür zu sorgen, dass zukünftig messbare Fortschritte in den Bereichen Ressourceneffizienz und Klimaschutz erzielt werden.

LITERATUR

- 1/ **BWB - Berliner Wasserbetriebe (2012): Nachhaltigkeitsbericht 2012 der Berliner Wasserbetriebe, Berlin, http://www.bwb.de/content/language1/downloads/BWB_Nachhaltigkeitsbericht2012_hauptteil_web.pdf (Letzter Aufruf: 23.9.2016)**
- 2/ **Nolde, E. (2013): Dezentrale Abwasserwärmerückgewinnung in Kombination mit einer Wärmerückgewinnungsanlage, DBU Projekt AZ 28201, <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-28201.pdf> (letzter Aufruf: 23.9.2016)**
- 3/ **Sievers, J.; Oldenburg, M.; Albold, A.; Loddong, J. (2014): IFAT 2014, Characterisation of Greywater, http://www.kreis-jenfeld.de/publikationen.html?order_by=&sort=&per_page=&search=ext_autor&for=sievers (letzter Aufruf: 23.9.2016)**
- 4/ **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2007): Innovative Wasserkonzepte – Betriebswasser Nutzung in Gebäuden, http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/ökologisches_bauen/download/modellvorhaben/betriebswasser_deutsch2007.pdf**
- 5/ **Jekel, M.; Dott, W. (2013): Leitfaden Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf, http://www.bmbf.risikow.de/_media/RISKWA_Leitfaden_Indikatorsubstanzen.pdf (letzter Aufruf: 23.9.2016)**
- 6/ **Bauhaus-Universität Weimar (2009): Neuartige Sanitärsysteme – Begriffe, Stoffströme, Behandlung von Schwarz-, Braun-, Gelb-, Grau- und Regenwasser, Stoffliche Nutzung – Weiterbildung Studium „Wasser und Umwelt“, Bauhaus-Universität Weimar, VDG Bauhaus-Universitätsverlag**
- 7/ **Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24.2.2012 zuletzt geändert 4.4.2016, <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf> (letzter Aufruf: 23.9.2016)**

KONTAKT

Nolde & Partner
innovative Wasserkonzepte
Dipl.-Ing. Erwin Nolde
Marienburger Straße 31A
10405 Berlin
Tel.: 030/46801751 · Fax: 030/44033410
E-Mail: erwin.nolde@r-online.de
www.nolde-partner.de



Bild 3 Blick auf die mehrstufige Grauwasser- recyclinganlage im Block 6 Quelle: Nolde & Partner