

fbr - wasserspiegel

Zeitschrift der Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V.

1/17



Wasserleitplanung 3 | Ein Beitrag für das Stadtklima 10 |

Getrennte Erfassung von Grauwasser 12 | „Grüne“ Versickerung im Wasserschutzgebiet 17

Getrennte Erfassung von Grauwasser

Ein Weg zu mehr Ressourceneffizienz in der Siedlungswasserwirtschaft

Erwin Nolde

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 gelingt, die bereits im Haushalt beginnen muss.

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 der größte kommunale Stromverbraucher. Die Stadt Berlin (rund 3,5 Mio. Einwohner) benötigt für die Trinkwasserver- und

Abwasserentsorgung so viel Elektroenergie wie eine Stadt mit 280.000 Einwohnern an Haushaltsstrom (vgl. BWB 2012).

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 mehrgeschossigen Wohnungsbau genannt. Sofern das – im Jahresmittel bis zu 31 °C warme – Grauwasser (vgl. Nolde 2013) nicht mit dem Schwarzwasser

(etwa 20–30 Volumenprozent) gemeinsam erfasst und stattdessen bereits im Gebäude einer Wärmerückgewinnung (Abkühlung um 14 K auf 17 °C) unterzogen wird, kann ihm mit 1.754 Wh pro Person und Tag viel 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 als die zentrale Wärmerückgewinnung ist das Energiepotenzial (118 Wh/P/d), welches sich als Biogas aus dem häuslichen Abwasser gewinnen lässt.

Tabelle 1:

Häusliches Abwasser als eine Ressource für Wasser, Energie und Nährstoffe (grün markiert sind die höchsten Recyclingpotentiale)

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

		Urin		Faeces		Schwarzwasser		Grauwasser		Gesamtbedarf		
		Faeces + Urin + 30 Liter								Summe	mg/l	
			%		%		%		%			
Menge	L/E/d	1,37	1,0 %	0,14	0,1 %	31,5	22,6 %	108,0	77 %	139,5		Liter
CSB	g/E/d	10,0	8,5 %	60,0	51,3 %	70,0	59,8 %	47,0	40 %	117	839	g/E/d
N	g/E/d	10,4	80,6 %	1,5	11,6 %	11,9	92,2 %	1,0	8,0 %	12,9	92,5	
P	g/E/d	1,0	50,0 %	0,5	25,0 %	1,5	75,0 %	0,5	25,0 %	2,0	14,3	
K	g/E/d	2,5	59,5 %	0,7	16,7 %	3,2	76,2 %	1,0	24,0 %	4,2	30,1	
S	g/E/d	0,7	19,4 %	0,2	5,6 %	0,9	25,0 %	2,9	81,0 %	3,8	27,0	
Energiebetrachtung												
Wärme- potential	K							14	1,5			
	Wh/E/d							1754	243,0			
Biogas	Wh/E/d								118,0			



Blick auf die mehrstufige Grauwasserrecyclinganlage im Besucherhaus des „Block 6“, Berlin

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

- hygienisch einwandfrei ist,
- dem Nutzer weder einen Komfortverlust noch Nutzungsaufgaben abverlangt,
- unter Umweltsichtpunkten den konventionellen Systemen überlegen ist und
- Kostenvorteile für den Endnutzer erzeugt.

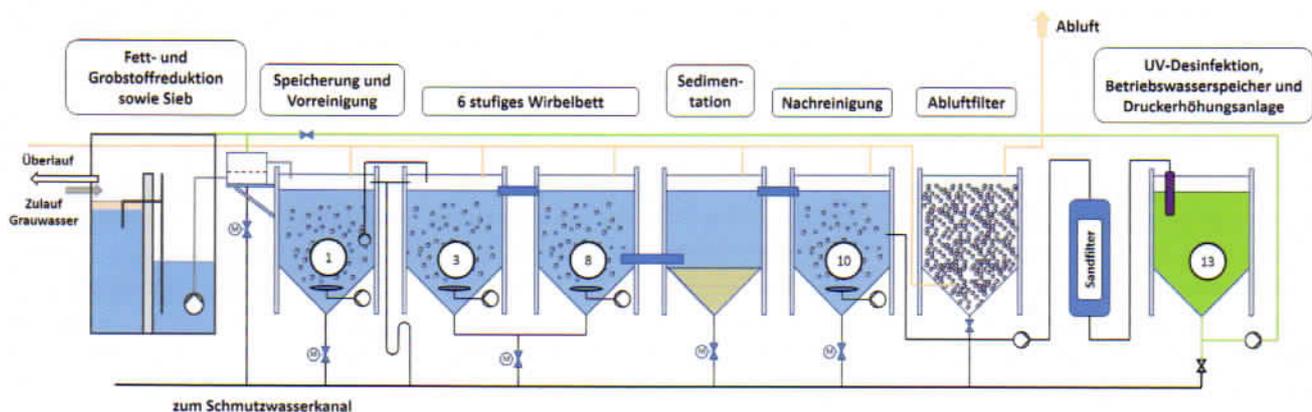
Alle vier Anforderungen werden seit nunmehr zehn Jahren im Praxisbetrieb mit einem mehrstufigen Wirbelbett-System ohne Zusatz von Chemikalien sicher und vollständig erfüllt.

ROOF WATER-FARM-Projekt

Im ROOF WATER-FARM-Projekt werden täglich rund 10 m³ Trinkwasser eingespart, weil von 250 Personen stattdessen hochwertiges Betriebswasser zur Toilettenspülung und neuerdings auch zur Lebensmittelproduktion verwendet wird. Wichtig ist, dass die Grauwasseraufbereitung so dimensioniert ist, dass auch außergewöhnliche Belastungsstöße (z. B. Einträge durch Wandfarbe, Fette, Öle, Desinfektionsmittel usw.) die Anlagenfunktion nicht beeinträchtigen und der Wartungsaufwand gering ist. Automatisch rückspülende Siebe, Sandfilter und eine internetfähige Steuerung tragen maßgeblich zum Gesamterfolg bei. >>

Im Vergleich zum kommunalen Abwasser, bei dem Grau-, Schwarz- und oftmals leider auch noch Regenwasser vermischt werden, zeichnet sich Grauwasser ferner dadurch aus, dass es vergleichsweise wenig Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor), Spurenstoffe (Medikamente), Schwermetalle und sonstige Problemstoffe (Textilien usw.) enthält und dadurch gut recycel-

bar ist. Sofern das Grauwasser neben Dusch- und Badewasser – wie im ROOF WATER-FARM-Projekt – auch die höher belasteten Abwässer aus Waschmaschinen und Küchen enthält, ist die organische Belastung vergleichsweise hoch (rund 850 mg/l Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)) (vgl. Sievers et al. 2014), was bei der Anlagendimensionierung zu beachten ist.



Verfahrensschema der mehrstufigen Grauwasseranlage des „Block6“ von ROOF WATER-FARM

Hohe Reinigungsleistung und Zufriedenheit bei den Nutzern

Ziel des Anlagenbetreibers ist es, die bereits relativ ehrgeizigen Qualitätsanforderungen an Betriebswasser (vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2007, S. 23) – z. B. den Biochemischen Sauerstoffbedarf in 7 Tagen (BSB7) < 5mg/l, > 50 Prozent Sauerstoffsättigung, E. coli <1.000/100 ml – sicher zu unterschreiten. Die Trübung unter 1 NTU zu halten (das ist der Grenzwert für Trinkwasser) hat sich aus Sicht des Betreibers in mehrfacher Hinsicht bewährt.

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: Diverse Medikamente (Röntgenkontrastmittel, Blutdrucksenker usw.), die im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen in durchaus nennenswerten Konzentrationen auftreten, lagen bereits im Grauwasserzulauf unterhalb der Nachweisgrenze. Bemerkenswert ist auch, dass diverse andere Spurenstoffe im klaren, nahezu partikel- und geruchsfreien sowie hygienisch einwandfreien Betriebswasser in deutlich geringerer Konzentration nachgewiesen wurden als in Berliner Oberflächengewässern. Dies kommt der Lebensmittelqualität der ROOF WATER-FARM-Produkte zugute.

Die Mehrstufigkeit der biologischen Reinigung 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 beispielsweise der Süßstoff Acesulfam in einer Kläranlage um mehr als 90 Prozent reduziert wird, galt zuvor als äußerst unwahrscheinlich (vgl. Jekel/Dott 2013).

Online-Überwachungen der Betriebswasserqualität (O₂, Temperatur, SAK und Trübung), die im Rahmen des

Tabelle 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
NH ₄ -N	mg L ⁻¹	2,7	<0,03	45	0,7
NO ₃ -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		10 - 35
Diclofenac	µg/l	3,1	0,67		4,18
Gabapentin	µg/l	0,59	0,28		10 - 20
Valsartan	µg/l	<0,1	<0,1		4

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 dokumentiert.

Allerdings ist der Wartungs- und Betriebsaufwand für das Online-Monitoring im Normalbetrieb sehr aufwändig. Die für den Anlagenbetrieb erforderliche Stellfläche beträgt rund 0,1 m² pro Person, was etwa der Größe eines DIN A4-Blatts entspricht.

Für ein zweites Leitungsnetz einschließlich einer hochwertigen Grauwasseraufbereitung wurden für den mehrgeschossigen Wohnungsneubau Mehrkosten in Höhe von etwa 20 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche bzw. Betriebswasserkosten in Höhe von rund 3 Euro pro Kubikmeter ermittelt. Neben den niedrigen Trink- und Abwasserkosten werden durch das Grau-

wasserrecycling gegebenenfalls auch niedrigere Grundgebühren fällig, die sich in der Regel nach dem Nenndurchfluss des Trinkwasserzählers richten.

Ausblick

Wasser ist ein regionales Produkt, welches 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 Betriebswasserversorgung. Neben hochwertiger Technik ist für den zuverlässigen Anlagenbetrieb auch gut ausgebildetes Personal zwingend erforderlich. Ein zentraler Betrieb diverser dezentraler Grauwasserrecyclinganlagen könnte zu einem weiteren Betätigungsfeld fortschrittlicher Wasserver- und Abwasserentsorgungsunternehmen werden.

Energiepositive Grauwasserrecyclinganlagen und solche, die auch die hoch belasteten Grauwasseranteile aufbereiten, werden seit mehreren



Blick auf das „Besucherhaus“ im Block 6 von ROOF WATER-FARM. Es behelmt die Grauwasserrecyclinganlage und eine Schwarzwasseranlage. Die Produkte Betriebs- und Goldwasser werden im angrenzenden Gewächshaus getestet.

Jahren erfolgreich und sicher betrieben. Bei Neubauten und Sanierungen sollte deshalb stets geprüft werden, wie sich Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung am besten integrieren lassen. Durch Wärmerückgewinnung wird etwa zehnmal so viel Wärme gewonnen, als zum Anlagenbetrieb für Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung 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. Dass dem bisher eher nicht so ist, liegt vor allem daran, dass Energie- und Wasserkosten für Vermieter „durchlaufende“ Kosten darstellen, die zu 100 Prozent auf die Mieter umgelegt werden.

Solange die Kosten für Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung aus Abwasser einseitig vom Immobilieneigentümer zu verbuchen sind, während die Betriebskosteneinsparungen einseitig dem Immobiliennutzer zuge-

tekommen, bleibt der Umweltschutz meist auf der Strecke.

„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.

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.

Autor:

Erwin Nolde
Nolde & Partner, Berlin
Erwin.Nolde@t-online.de

Bilder, Grafik und Tabellen:

Nolde & Partner, Berlin

Weiterführende Literatur:

- Bauhaus-Universität Weimar (2009): Neuartige Sanitärsysteme - Begriffe, Stoffströme, Behandlung von Schwarz-, Braun-, Gelb-, Grau- und Regenwasser, Stoffliche Nutzung - Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“, Bauhaus-Universität Weimar. VDG Bauhaus-Universitätsverlag.
- BWB – Berliner Wasserbetriebe (2012): Nachhaltigkeitsbericht 2012 der Berliner Wasserbetriebe, Berlin, http://www.bwb.de/content/language1/downloads/BWB_Nachhaltigkeitsbericht2012_hauptteil_web.pdf (Letzter Aufruf: 23.09.2016).
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24.02.2012 zuletzt geändert 04.04.2016, www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf (letzter Aufruf: 23.09.2016).
- Jekel, M., und Dott, W. (2013): Leitfaden Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf, www.bmbf.riskwa.de/_media/RISKWA_Leitfaden_Indikatorsubstanzen.pdf (letzter Aufruf: 23.09.2016).
- Nolde, E. (2013): Dezentrale Abwasserwärmerückgewinnung in Kombination mit einer Wärmerückgewinnungsanlage, DBU Projekt AZ 28201, www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-28201.pdf (letzter Aufruf: 23.09.2016).
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2007): Innovative Wasserkonzepte – Betriebswassernutzung in Gebäuden, www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modellvorhaben/betriebswasser_deutsch2007.pdf
- Sievers, J., Oldenburg, M., Albold, A. und Londong, J. (2014): IFAT 2014, Characterisation of Greywater, www.kreis-jenfeld.de/publikationen.html?order_by=&sort=&per_page=&search=ext_autor&for=sievers (letzter Aufruf: 23.09.2016).