

Water en nutriënten in de kringloop

Nieuwe vormen voor hergebruik van huishoudelijk water als maatregel tegen een mondiaal water- en nutriëntentekort

Zonder tegenmaatregelen zullen in 2050 gebruik en verspilling van zoet water op wereldschaal minstens drie keer groter zijn dan nu. Het watertekort op de planeet beperkt dan de voedselvoorziening en brengt nog meer schade toe aan ecosystemen. Er moet sterk worden ingezet op hergebruik van water, door het sluiten van kringlopen. Hier wordt een start gegeven vanuit de Milieu- en Watertechnologie. Wie reikt de technologen de hand vanuit Landinrichting en Planning, om een geïntegreerde aanpak te helpen ontwikkelen?

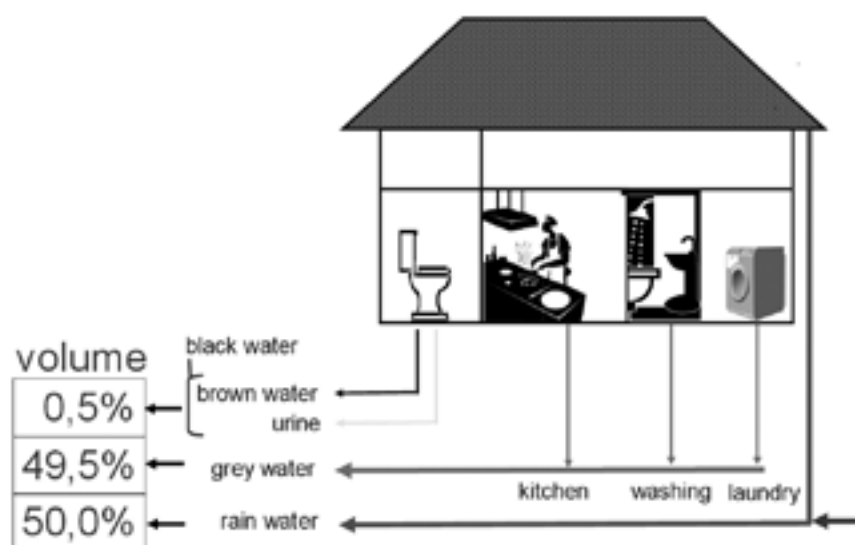
In Europa zijn er meerdere initiatieven op het gebied van nieuwe concepten voor de afvalwaterketen, gebaseerd op brongerichte inzameling en lokale behandeling van huishoudelijk afvalwater. Een brongerichte aanpak kan belangrijke voordelen bieden, omdat de geconcentreerde stromen zwartwater (feces en urine) het grootste aandeel van de nutriënten (stikstof, fosfaat) en de organische stof in stedelijk afvalwater bevatten en kleinste de volumebijdrage leveren (0,5 %, zie fig. 1). Grijswater (was-, douche- en keukenwater) en regenwater vormen 99,5% van de huidige waterstroom die nu door de riolering gaat naar veelal centrale waterzuiveringen. Door gescheiden inzameling kunnen de stromen efficiënter worden behandeld en tot hergebruik gebracht worden.

Door Mels et al. (2005) [1] worden twintig praktijkvoorbeelden van nieuwe aanpakken in Nederland, Duitsland en Zweden beschreven. In het hier voorliggende artikel wordt voortgebouwd op die ervaringen en aangeven welke mogelijk nieuwe ontwikkelingen en technologieën nog nodig zijn voor de inrichting van een duurzame stedelijke waterketen. De ervaringen hierin zijn groeien nog steeds.

Vermeldenswaardig is dat in Nederland al in de 19e eeuw gebruik gemaakt werd van vacuümtechnologie voor de gescheiden inzameling van zwartwater in het zogenaamde Liernurstelsel (fig. 2). Dit systeem werd meer dan 25 jaar toegepast in Leiden, Dordrecht en Amsterdam voor de inzameling van zwartwater van enkele duizenden personen. Het systeem bestond uit een stelsel van ondergrondse ijzeren buizen. Het leidingsysteem werd 's nachts door middel van een vacuüm, dat werd opgewekt met een locomobiel, leeggezogen. De verkoop van de meststoffen, hetzij direct, hetzij na bewerking als poudrette (ingedampt residu) of als zwavelzure ammoniak, maakte het systeem economisch rendabel. In Duitsland en Zweden zijn verschillende stedelijke voorbeelden te vinden waarbij zwartwater gescheiden wordt ingezameld.

Zwartwater, anaerobe vergisting en nutriënten terugwinning

Voordat men de optimale "duurzame toilet" heeft gevonden zijn er veel experimenten geweest, onder andere met composteringstoiletten. Die zijn in de Europese stedelijke omgeving veelal mislukt door de complexe procesvoering en voortdurende noodzaak van



Figuur 1. Gescheiden inzameling aan de bron.

Adriaan Mels

UD Urban Environmental Management WU
adriaan.mels@wur.nl

Huub Rijnaarts

Hoogleraar Milieu en Watertechnologie WU
huub.rijnaarts@wur.nl

onderhoud, waar in de dagelijkse praktijk van onze westerse maatschappij onvoldoende tijd en aandacht voor kan worden vrijgemaakt [1]. Uiteindelijk is de moderne vorm van de Liernur-aanpak (fig. 3) een bewezen vacuümtechnologie voor geconcentreerde inzameling van zwartwater geworden, die in Duitsland, en nu ook in Nederland steeds meer toegepast wordt (fig. 4). Hierbij worden vacuümtoiletten met een laag waterverbruik (0,7 tot 2 liter per spelbeurt) gebruikt. Er zijn toepassingen in appartementencomplexen, kantoren en in een wijk met laagbouw.

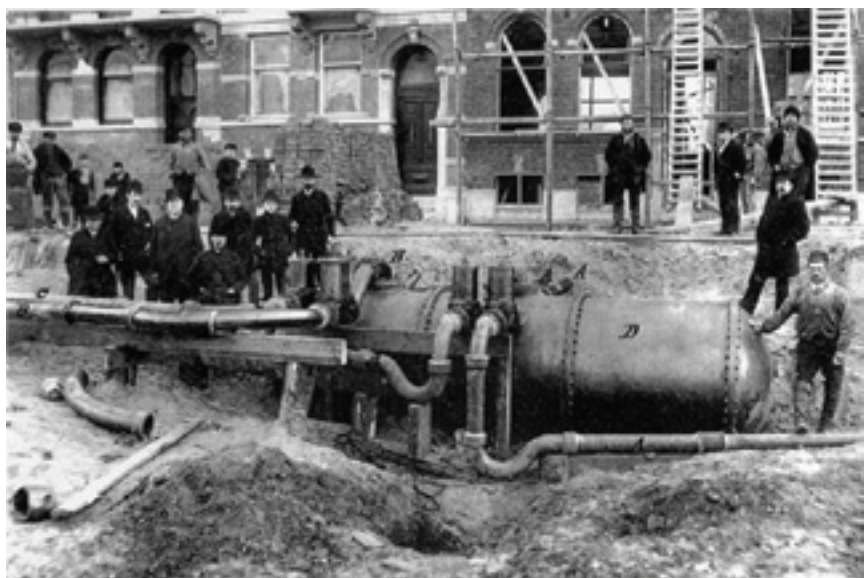
Vanwege het lage waterverbruik van vacuümtoiletten zijn deze zeer geschikt om te gebruiken in combinatie met anaërobe behandeling van zwartwater. In Nederland staan anaërobe vergisters voor zwartwater in de wijk Lanxmeer, Culemborg en in Sneek. Het voordeel van anaerobe technologie is dat organische stof omgezet wordt naar methaan waar vervolgens energie uit gewonnen wordt (meestal in de vorm van biogas of elektriciteit). Fosfaat en stikstof kunnen worden teruggewonnen in de vorm van struviet, dat kan worden toegepast als kunstmest in de landbouw. Dit is noodzakelijk om dat op wereldschaal er een tekort dreigt aan fosfaat [2].

In Sneek is op een schaal van circa 30 huizen een demonstratieproject gestart waarbij vacuüminzameling en vergisting wordt gecombineerd met een behandelingsstap gericht op de verwijdering van nutriënten en de terugwinning van fosfaat. Door onderzoek van De Graaff (2010) [3], is gebleken dat in Sneek de combinatie van vacuümtoiletten en anaerobe zuivering een positieve energiebalans heeft, in tegenstelling tot de traditionele waterzuivering die energie kost. Struviet kan in een goed toepasbare vorm teruggewonnen worden. Door een

aanvullend proces kan de resterende stikstof omgezet worden naar stikstofgas wat dan teruggevoerd wordt naar de atmosfeer die daar al voor 80% uit bestaat. De Graaff (2010) [3], laat zien dat de verwijdering van medicijnen en pathogene micro-organismen in de effluenten nog noodzakelijk is alvorens deze terug te voeren naar de waterkringloop.

Grijswater en helofytenfilters

In Nederland en Duitsland is veel praktijkervaring met de lokale zuivering van grijswater in extensieve systemen zoals helofytenfilters (fig. 5). Deze systemen worden over het algemeen behalve als zuiveringssysteem, ook gezien als verrijking van de bebouwde omgeving door het groene karakter. Het gezuiverde water vormt een extra waterbron, naast regenwater, voor toepassing in lokale watersystemen. De zuiveringsresultaten van helofytenfilters



Figuur 2. Aanleg Liernurstelsel (1871)



Figuur 3. Moderne vacuüm technologie toegepast in Duitsland (2004) [1].

voor grijswater in Nederland en Duitsland zijn over het algemeen goed te noemen, voor wat betreft verwijdering van makkelijk afbreekbare organische stoffen.

Aandachtspunten vormen de organische microverontreinigingen en pathogene micro-organismen. Daarvoor zijn technologieën nodig vooraf aan de invoer van grijswater in open systemen. Voor locaties met een hoge grondprijs, kunnen intensieve systemen voor grijswaterzuivering aantrekkelijker zijn. Voorbeelden van compacte systemen zijn biorotoren, membraanbioreactoren en actief-slibsystemen. Dit zijn op de markt beschikbare technologieën die echter nog niet toegepast worden voor grijswater. Het opdoen van kennis en ervaring met dergelijke systemen is dan ook gewenst.

Water hergebruik in kringlopen

Om water in een kringloop te kunnen hergebruiken binnenshuis, in de landbouw, of als watervoorziening voor natuur is een set aanvullende technologieën nodig die vooral organische microverontreinigingen en ongewenste micro-organismen uit de kringloop verwijderen. Ook is het vaak nodig de ophoping van zout in de kringloop tegen te gaan. Daarom wordt het schema geschetst in Figuur 5 voorgesteld [4].

Veel van de in daarin genoemde technologieën zijn nog in onderzoek, bijvoorbeeld via het TTI programma Water wat uitgevoerd wordt door verschillende Universiteiten waaronder Wageningen Universiteit, het bedrijfsleven en WETSUS, met steun van het Ministerie van Economische Zaken [5].

Mondiale noodzaak voor water hergebruik

In de wereld zijn er regionaal grote verschillen in de beschikbaarheid en het gebruik van water (Tabel 1, [3]).

Onttrekking van tot maximaal 10% uit het natuurlijke systeem wordt als grens voorgesteld, waarboven het ecosysteem regionaal wordt aangetast. Zelfs een waterrijk land als Nederland zit al dicht bij die grens, en mogelijke verder verandering in het klimaat kan tot verdroging van bijvoorbeeld de hoger gelegen zandige gebieden leiden. In het westelijke lager gelegen gedeelten is er een dreiging van verzilting van het oppervlakte water. Het in stand houden van de lokale zoetwater voorziening door hergebruik en terugvoer wordt dus steeds belangrijker, in zowel de hogere als lagere gebieden in Nederland. In andere delen van de wereld is de situatie nog ernstiger, bijvoorbeeld in de USA waar men federaal twee keer de grens

overschrijdt. Echter in staten in het westen zoals Californië en Texas is de overschrijding nog veel groter. Hillary Clinton heeft niet voor niets tijdens de Wereldwaterdag 2010, water het belangrijkste "global issue" van de komende decennia genoemd. In Yemen en Jordanië wordt zo goed als al het beschikbare water gebruikt. Waterafhankelijke ecosystemen staan daar sterk onder druk, of zijn al verdwenen. De verwachting is dat de mondiale wereldbevolking zal groeien van 6,5 naar 9 miljard in 2050. Een groot deel zal in regio's met waterstress komen te wonen en de druk op watervoorziening zal dus gaan toenemen als er geen nieuwe benaderingen worden ontwikkeld en toegepast.



Figuur 4. Vacuümtoilet



Figuur 5. Voorbeeld van helofytenfilters in Duitsland [1]

Conclusie

Voor het sluiten van de waterketen is een brongerichte scheiding en separate behandeling van zwartwater en grijswater noodzakelijk. Nieuwe vacuümsystemen maken het mogelijk dit op grote schaal in de stedelijke infrastructuur in te bouwen. Voor de behandeling van zwartwater zijn er goede energieneutrale technologieën beschikbaar die voor verdere opschaling in aanmerking komen. Grijswater en effluent van gereinigd zwartwater moeten verder worden behandeld om verspreiding van microverontreinigingen en pathogene micro-organismen in open watersystemen tegen te gaan. Terugvoer van water naar de landbouw, het lokale

ecosysteem of naar het huishouden, zorgt ervoor dat zoetwater vast wordt gehouden in het lokale systeem, en voorkomt regionale waterstress. Door deze kringlooppaanpak verder te ontwikkelen en over de wereld te exporteren kan een bijdrage geleverd worden aan het tegen gaan van het mondiale water- en nutriëntentekort.

Literatuur

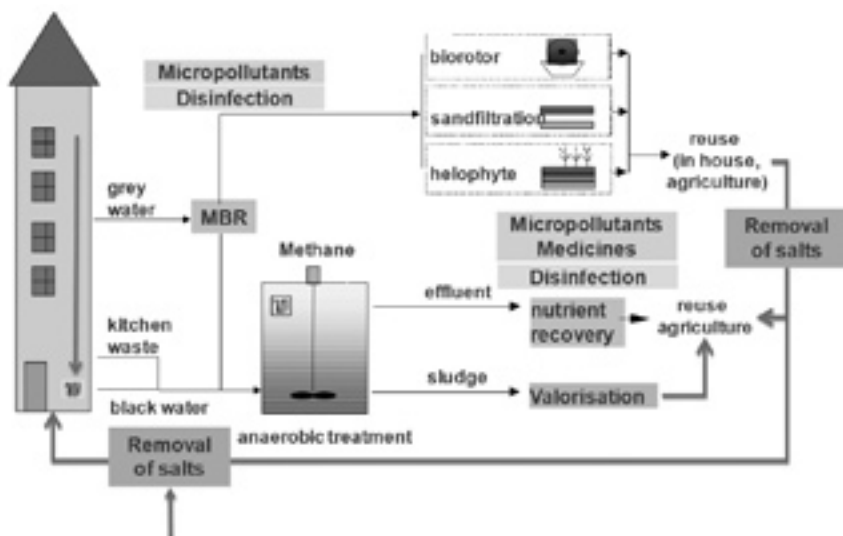
[1] Mels, A., Zeeman, G., Bisschops, L. (2005): Brongerichte inzameling en lokale behandeling van afvalwater - Inventarisatie van projecten in Nederland, Duitsland en Scandinavië; STOWA rapportnummer 2005-13.

[2] Versluis, K. 2010 Er dreigt een catastrofaal fosfaattekort. WAGENINGENWORLD 1. p46-47.

[3] De Graaff, M.S., 2010. Resource recovery from black water. PhD-Thesis Wageningen Universiteit.

[4] Rijnaarts, HHM, 2010. The Olympic Game of Eco-innovation and Technology. Inaugurele rede, 8-4-2010, Wageningen Universiteit.

[5] <http://www.ete.wur.nl/>; <http://www.wetsus.nl/>



Figuur 6. Hergebruik van water in een kringloop met hierin verschillende technologieën [3]

	Global	NL	USA	Singapore	Yemen	Jordan
Renewable (km ³ /year)	40,000	90	2478	1	4.1	0.9
Boundary (km ³ /year)	4,000	9	250	0.1	0.4	0.1
Current use (km ³ /year)	2,600	8	502	0.5	3.5	0.9
Use as % of Boundary	65	90	200	500	850	900

Tabel 1. Mondiale variatie in de beschikbaarheid en het gebruik van water [4].

Summary

In the year 2050 the planetary use of fresh water resources will be at least three fold compared to the current situation. If no adequate measures are taken, global and regional water shortage will lead to reduced food supplies and deteriorated ecosystems. Re-use of domestic and industrial water and associated nutrients by closing urban and peri-urban water cycles is therefore essential. This paper gives a start from the technological point of view. A first step is to develop and apply source oriented separation and treatment of three urban water streams: blackwater (toilets), greywater (shower, kitchen), and rainwater. Another important technological challenge in water re-use is the removal of micro-pollutants (medicines, health-care products) and pathogenic micro-organisms before the water is fed back to domestic, agricultural or ecological usage. In-pit from the land-use and planning group is now needed to develop landscape integrated urban and peri-urban water cycles.