



Tony Flameling, Tauw

Herman Evenblij, Waterschap Groot Salland

Ronnie Berg, Tauw

Paul Telkamp, Tauw

Nieuw rwzi-concept Dennis levert energie op

In het kader van het project DEUGD (Duurzame Energie uit Geconcentreerde stromen in Deventer) heeft Tauw in opdracht van Waterschap Groot Salland en de gemeente Deventer een globale verkenning gedaan naar de mogelijkheden voor een energieproducerende rioolwaterzuivering, gecombineerd met gescheiden inzameling van grijs- en zwartwater. Het project wordt medegefinancierd door STOWA, Tauw en de Provincie Overijssel. Bij de uitvoering is ook Hogeschool Saxion betrokken. De resultaten van dit project zijn vertaald in een nieuw rwzi-project voor de centrale verwerking van grijs- en geconcentreerd zwartwater uit 60.000 woningen.

Voor de gemeente Deventer is gekeken naar projecten van circa 100 tot 1000 woningen in de omgeving van de bestaande rioolwaterzuiveringsinstallatie. Voor centrale behandeling is een grotere groeikern nodig die in één keer volledig op het nieuwe inzameling- en zuiveringsconcept overgaat. Tauw heeft voor de uitbreidingsplannen van een middelgrote stad in Nederland met circa 60.000 woningen gekeken naar centrale zwartwaterverwerking, gecombineerd met centrale grijswaterbehandeling. Deze projecten zijn nog in uitvoering maar de eerste resultaten zijn veelbelovend. Dit artikel gaat over één van de resultaten: de 'uitvinding' van een nieuw zuiveringsconcept dat aanmerkelijk compacter is en daarnaast een forse hoeveelheid energie oplevert. Randvoorwaarden vormen de inzameling van geconcentreerd toiletwater en de aanleg van een gescheiden riolering voor het huishoudelijk afvalwater.

Grijs- en zwartwater

Grijswater is het water uit de douche, de wasmachine en de keuken. Zwartwater is het water afkomstig van het toilet, dat urine en fecaliën bevat. Grijswater bevat lagere concentraties afvalstoffen dan zwartwater. In vergelijking met gemengd grijs- en zwart (huishoudelijk) afvalwater is de verhouding tussen stikstof en organisch vuil een stuk gunstiger voor verwerking in een actief-slibstelsysteem. In de huidige situatie wordt zwart- en grijswater gemengd en sterk verdund afgevoerd. Door de verdunning is de verwijdering van nutriënten minder effectief. Het zwartwater bevat 91 procent

van het totaal stikstof, 79 procent van het totaal fosfor en 70 procent van de totale vracht aan organische stof. Daarnaast bevat zwartwater ten opzichte van de totale huishoudelijke afvalwaterstroom zo goed als alle pathogenen en alle medicijnresten en hormonen.

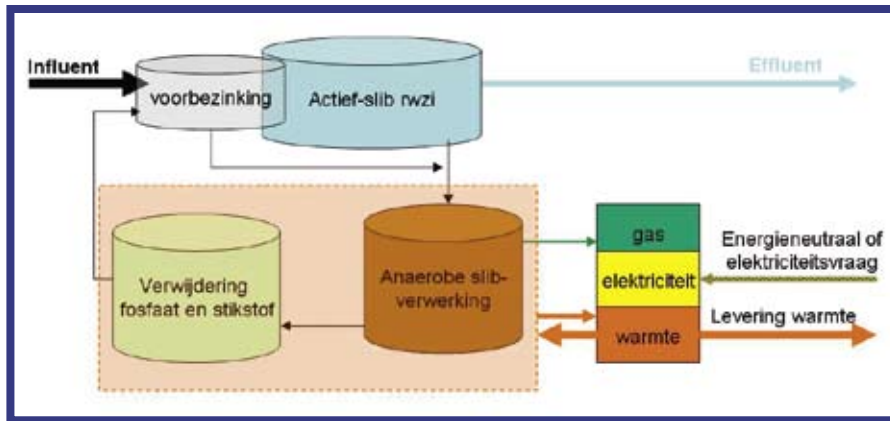
Nieuw zuiveringsconcept door centrale verwerking

Op conventionele wijze ingezameld zwartwater is nog altijd redelijk verdund door het vele spoelwater van een toilet. Door toepassing van vacuümtoiletten is het zwartwater zeven keer geconcentreerder in te zamelen. Het is dan zeven keer minder verdund en dat biedt mogelijkheden voor nieuwe zuiveringsconcepten. In diverse onderzoeken is decentrale zwartwaterbehandeling al aan de orde geweest. Kleinschaligheid is echter in veel gevallen duurder dan centrale behandeling. Het opschalen van decentrale verwerking van grijs- en zwartwater naar centrale verwerking heeft geleid tot een heel nieuw zuiveringsconcept genaamd DENNIS (Drinkwaterbesparing, Energiefabriek, Nutriëntenterugwinning en Nieuwe Sanitatie) (zie kader).

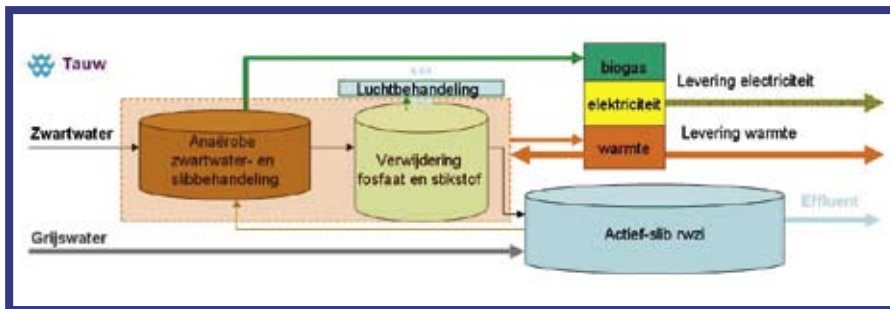
De bestaande bezwaren tegen anaerobe voorbehandeling van huishoudelijk afvalwater (lage temperatuur, reststroom met nutriënten) zijn in het zuiveringsconcept Dennis weggenomen. Bij conventioneel huishoudelijk afvalwater is de afvalwaterstroom te groot om deze effectief te kunnen verwarmen. Geconcentreerd zwartwater is wel te verwarmen, zodat de anaerobe omzetting goed verloopt. Het afvalwater

is na de gisting geconcentreerd en warm genoeg voor de Anammox-route, waardoor stikstof ook effectief is te verwijderen. Door een warmtewisselaar na de Anammox is het ingaande water met een beperkt energieverlies op te warmen. Ook voor fosfaat is de concentratie hoog genoeg om deze effectief terug te kunnen winnen. In dun huishoudelijk afvalwater is de stikstofconcentratie te laag voor de (warme) Anammox-route en is ook de fosfaatconcentratie te laag voor een effectieve terugwinning. Het zwartwater is weliswaar zeer geconcentreerd 'maar klotst nog steeds', zodat het verder met normale rioleringstechnieken zoals persleidingen kan worden getransporteerd.

Ten aanzien van emissies van methaan bestaan mogelijkheden om deze te verminderen ten opzichte van conventionele afvalwaterzuivering, door de vrijkomende methaanrijke lucht uit de Anammox- en struvietreactor te behandelen in een luchtfilter die methaan kan afbreken. Dit aspect wordt onderzocht in diverse onderzoeksprogramma's, ook in relatie tot lachgasemissies uit het Anammoxproces. Eén van de te onderzoeken fenomenen is het 'zwartwatergat', de extra organische vuilvracht die is gevonden bij inzameling van geconcentreerd zwartwater. Een woonwijk met inzameling van geconcentreerd zwartwater lijkt veel meer organisch vuil te produceren dan een woonwijk met conventionele sanitatie. Oorzaak zou methaanemissie in open riolering kunnen zijn. Inzameling van geconcentreerd zwartwater zou dus ook kunnen bijdragen aan een lagere emissie van broeikasgassen.



Afb. 1: Conventionele inzameling en zuivering van afvalwater.



Afb. 2: Inzameling en zuivering van afvalwater volgens DENNIS.

Resultaten eerste verkenning

Een eerste verkenning van het nieuwe rwzi-concept heeft aangetoond dat – in vergelijking met de conventionele rwzi's met slibgisting – twee tot drie maal meer biogas wordt gewonnen uit het totale influent.

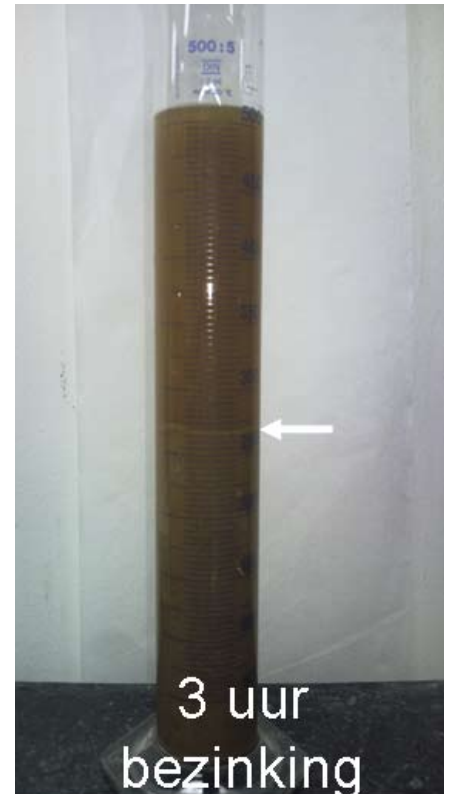
Ook in vergelijking met de huidige Energie-fabriekconcepten levert dit aanmerkelijk meer energie op, ondanks de extra energie die nodig is voor de vacuümtoiletten. Voor het feit dat de gasproductie groter is ten opzichte van het conventionele systeem zijn twee redenen. Ten eerste wordt een veel groter deel van het organische vuil direct door de gisting geleid en niet eerst in gesuspendeerde of opgeloste vorm door het actiefslibstelsel. Ten tweede

is de conversie van de organische stoffen in de dunne fractie die door de UASB gaat, veel hoger en dat zijn nu net die stoffen die bij een conventioneel systeem eerst in het actiefslibstelsel gaan. Naast een veel grotere energieproductie en betere mogelijkheden voor nutriëntenterugwinning vindt ook forse drinkwaterbesparing plaats.

Het effect op de slibproductie is nog onzeker; er is sprake van tegenstelde effecten die nader onderzoek vragen. Enerzijds wordt bij anaerobe behandeling van geconcentreerd zwartwater meer organische stof direct naar biogas omgezet en wordt er minder secundair en chemisch slib gemaakt; anderzijds is er minder aerobe slibmine-

Het geconcentreerde zwartwater wordt ingedikt in een indikker en is dan geconcentreerd genoeg om te vergisten in een normale gisting. Tauw heeft proefondervindelijk vastgesteld dat zwartwater goede indikkingseigenschappen heeft. Het vergistingsproces van het ingedikte zwartwater is gelijk aan de vergisting van primaire en secundaire slibstromen, zoals die nu ook in rwzi's plaatsvindt. Doordat vergisting het beste verloopt op hogere temperaturen (30°C of meer), is het nodig het slib dat de gisting ingaat, op te warmen. Door warmterugwinning is het warmteverlies te beperken: het uitgeste slib hoeft immers niet warm te zijn. De opwarming vindt plaats door de warmte te benutten die vrijkomt bij de verbranding van het biogas uit de gisting. Ook na de opwarming van de dunne fractie blijft er een ruim warmteoverschot. Het rejectiewater van de slibontwatering wordt nabehandeld in een Anammox- en struvietreactor. Struviet is rijk aan stikstof

en fosfaat en is onder andere geschikt als meststof voor de landbouw. De dunne fractie (het overloopwater van de indikker) is een op limonade lijkende ondoorzichtige gele vloeistof. Deze 'anaerobe sportdrink' wordt opgewarmd tot circa 30°C. De organische stof die grotendeels opgelost is en deels colloïdale deeltjes bevat, is goed afbreekbaar in een anaerobe korrelreactor (UASB)¹⁾. Omdat het afvalwater warm is, kan de verblijftijd relatief kort zijn en is de omzetting van organisch vuil naar biogas vergaand. Het anaeroob behandelde water wordt daarna samen met het rejectiewater behandeld in de Anammox- en struvietreactor, waarna de warmte weer wordt teruggewonnen. Het grijswater wordt in een normale actiefslibinstallatie verwerkt, samen met het teruggekoelde effluent van de Anammox- en struvietreactor. Het geproduceerde slib vanuit de actiefslibinstallatie wordt na indikking gezamenlijk met het ingedikte zwartwater opgewarmd en vergist.



Indikking van zwartwater.

ralisatie en is er het fenomeen van het zwartwatergat, waardoor mogelijk meer organisch slib de rwzi bereikt en er meer slib zal ontstaan.

Kosten

Allereerst zijn er aanzienlijke meerkosten voor de inzameling van gescheiden zwart- en grijswater; in de woning zijn één of meer vacuümtoiletten en twee afvoerleidingen nodig. Ook op straat- of wijkniveau moeten aanpassingen plaatsvinden. Dat betekent dat dit concept in een bestaande situatie erg duur en niet realistisch zal zijn. In een nieuwbouw- of zogeheten groene weide is sprake van meerkosten die te overzien zijn. Deze zijn gedeeltelijk te verrekenen in de bouwkosten. Op de totale kosten van een huis zijn deze meerkosten gering, waarschijnlijk in een range van een 0,5 tot 1,5 procent, afhankelijk van het type woning.

De bewoner krijgt een marginaal duurder huis, maar bespaart op zijn drinkwaterlasten en draagt bovendien bij aan het streven naar een duurzamere maatschappij. Voor een nieuw te bouwen rwzi zullen de kosten lager uitvallen, omdat deze compacter wordt. De actiefslibinstallatie is kleiner vanwege de lagere hydraulische en biologische belasting.

Deze besparingen in de bouwkosten wegen in de globale verkenning op tegen de meerkosten van een grotere gisting voor de extra organische stof, een UASB-reactor, een warmtewisselaar en een grotere Anammox-installatie. Deze extra onderdelen en extra processtappen maken de rwzi complexer, waardoor deze meer onderhoud en toezicht zal vragen. De verwachting is dat de operationele lasten lager zullen uitvallen vanwege de grotere baten aan biogas en de lagere investeringskosten.

Conclusie

Het totale effect van dit nieuwe zuiveringsconcept op basis van deze globale verkenning is een rwzi met een hogere energieproductie, een lagere slibproductie, meer mogelijkheden voor nutriëntente-

De vacuümvoorziening in de woning biedt mogelijkheden om groente- en fruitafval (GF) vanuit de woning naar een gisting te transporteren. Het is via een voedselresten-vermaler als geconcentreerd afval af te voeren. Nadeel is dat hier nu nog een speciale ontheffing voor nodig is. Voordelen zijn er in de zin van bewonersgemak,

doordat GF-afval niet meer verzameld hoeft te worden in een container. Ook zal sprake zijn van een vermindering van GF-afval dat niet in een (grijze) afvalcontainer thuisloopt of via de grijswaterstroom uit het

rugwinning en lagere exploitatiekosten in vergelijking met conventionele inzameling en zuivering van huishoudelijk afvalwater. De meerkosten voor de geconcentreerde inzameling van het zwartwater worden daarbij deels gecompenseerd door een

keukenblok wordt afgevoerd. Op de rwzi wordt het groente- en fruitafval in biogas omgezet, zodat er nog meer energie vrijkomt. In het kader van het DEUGD-project worden nu proeven uitgevoerd om te kijken of GF-afval een katalyserend effect op de gisting heeft, waardoor er meer biogas vrijkomt. In vergelijking met (aerobe) compostering zal GF-vergisting mogelijk ook tot minder methaanemissie leiden. Scheiding van de slibstromen kan zinvol zijn, omdat het uitgediste zwartwaterslib en het GF-slib relatief schoner zijn dan het 'grijswaterslib' uit de actiefslibinstallatie.

drinkwaterbesparing van enkele tientjes per huishouden per jaar. Op grond van de voorcalculatie van Tauw is een zelfvoorzienendheid van 150 tot 175 procent berekend (exclusief GF-vergisting). Dit komt neer op een levering van elektrische energie van 10 tot 15 kWh per inwoner per jaar. Hierbij is rekening gehouden met de extra energie die nodig is voor de geconcentreerde inzameling van zwartwater met een vacuümtoilet. Omdat er nog veel onzekerheden zijn, ligt het voor de hand dit concept nader uit te werken en verder te onderbouwen. Tauw heeft hiervoor al enkele projectvoorstellen uitstaan.

LITERATUUR

- 1) Lettinga G. en L. Hulshoff Pol en Zeeman (1993). Colledictaat biologische waterzuivering onderdeel anaerobe zuivering. Landbouw Universiteit Wageningen, vakgroep Milieutechnologie.