



Een vacuümtoilet bij het NIOO in Wageningen. Door onderdruk wordt de inhoud weggezogen, vervolgens wordt het toilet nagespoeld met 1 liter water.



GRIETJE ZEEMAN,
persoonlijk hoogleraar
Nieuwe publieke sanitatie
aan Wageningen University

'Nutriënten zijn uit ons
afvalwater terug te winnen,
en daar is alle reden voor'

NIEUWE PUBLIEKE SANITATIE MAAKT SCHOOL

Zonde om weg te spoelen

Het terugwinnen van energie en grondstoffen uit de toiletspoeling is nodig én mogelijk. Hoogleraar Grietje Zeeman wil de technieken daarvoor breed toepasbaar maken. Gaandeweg zullen onze ouderwetse spoeltoiletten eraan moeten geloven.

TEKST RIK NIJLAND FOTOGRAFIE GUY ACKERMANS ILLUSTRATIE JENNY VAN DRIEL, WAGENINGEN UR

'Je hebt ze in porselein en roestvast staal, staand en hangend, en van verschillende leveranciers.' Als een geroutineerd verkoper schetst Grietje Zeeman (1951) van de sectie Milieutechnologie van Wageningen University, onderdeel van Wageningen UR, 'haar' assortiment vacuümtoiletten. 'Druk je op het knopje dan wordt alles door de onderdruk weggezogen. Pas nadat de klep weer dicht is, loopt er een liter water in, om het toilet schoon te houden.'

In het Technotron-gebouw op de Wageningse campus staan ook diverse urinoirs zonder waterspoeling, en scheidingsstoiletten – met aan de voorkant van de pot een apart putje voor urine. Wie van het toilet gebruik maakt, bespaart niet alleen water, maar draagt ook bij aan onder-

zoek. De afvoer loopt naar Zeemans lab, voor verdere verwerking en zuivering.

Half september hield Zeeman (1951) haar inaugurele rede als persoonlijk hoogleraar 'Nieuwe publieke sanitatie'. 'Sanitatie is een woord dat in het Nederlands niet bestaat, een verbastering uit het Engels', aldus Zeeman. 'Het staat voor inzameling, transport en behandeling van huishoudelijk afvalwater. Het 'nieuwe' eraan is dat ik daar terugwinnen en hergebruik aan toevoeg.'

Zeeman spreekt bij urine en faeces stelselmatig over 'grondstoffen'; doelend op nutriënten, zoals stikstof- en fosfaatverbindingen, en organische stof, waar biogas van te maken is. Met tientallen liters drinkwater per dag verdwijnen deze grondstoffen in het riool. Zeeman wil >

die verspilling van water en grondstoffen een halt toeroepen. Daarvoor heeft zij een sanitatie-methode ontwikkeld op basis van scheiding van zwart water (toilet) en grijs water (bad, douche, was en keuken), gevolgd door anaerobe zuivering – met bacteriën die geen zuurstof nodig hebben. De daarbij gebruikte UASB-reactor (Upflow anaerobic sludge bed) is een typisch Wageningse product, ontwikkeld door oud-hoogleraar Gatzke Lettinga.

Bij deze anaerobe zuivering wordt niet alleen biogas geproduceerd, maar kunnen ook nutriënten teruggewonnen worden, voor hergebruik in de landbouw. Bij traditionele sanitatie is deze methode vrijwel niet toe te passen. 'De bacteriën die de anaerobe vergisting voor hun rekening nemen, functioneren beter onder warme omstandigheden. Om conventioneel ingezameld huishoudelijk afvalwater anaeroob te zuiveren, zou al dat water moeten worden opgewarmd. Dat kost veel te veel energie, aldus Zeeman'. Traditioneel wordt in rioolwaterzuiveringsinstallaties dan ook vertrouwd op aerobe zuivering. De bacteriën die daar het werk verrichten, kunnen prima uit de voeten onder koude omstandigheden. Nadeel is wel dat er zuurstof in het water moet worden gebracht, wat energie kost. 'Bovendien zetten die bacteriën organische stof om in CO₂, en niet in biogas dat je kunt gebruiken als energiebron.'

OPTIMAAL COMFORT

Zeeman heeft zich ten doel gesteld de 'nieuwe sanitatie' breed toepasbaar te maken. Dat betekent allereerst het scheiden van zwart en grijs water. 'Het grijze water van douche, bad, wasmachine en keuken behandel je apart; dat is na een relatief simpele zuivering weer opnieuw te gebruiken in het huishouden, voor irrigatie, of voor bodeminfiltratie', legt Zeeman uit. 'Een tweede belangrijke stap is het verminderen van het gebruik van het water in het toilet zelf. Wij kiezen daarvoor vacuümtoiletten; alleen die voldoen momenteel aan onze eisen van minimaal watergebruik en optimaal com-

fort. Conventionele toiletten gebruiken zo'n 6 tot 8 liter water per spoelbeurt; vacuümtoiletten maar 1 liter. Bovendien is het een uitontwikkelde systeem, bedacht voor vliegtuigen en cruiseschepen, dat we zo copy paste konden overnemen.'

RIOOLSTELSEL ALS BACK UP

Het zwarte water uit de wc wordt ter plekke behandeld. Inmiddels gebeurt dat niet alleen in het lab in Wageningen, maar ook in diverse praktijksituaties. Zo zijn sinds 2006 bij 32 nieuwbouwhuizen in Sneek vacuümtoiletten geïnstalleerd, gekoppeld aan een behandelingsinstallatie ter plekke. Omdat het een demonstratie betrof, bleef het rioolstelsel als back up gehandhaafd.

'Wageningen University wilde een pilotproject opzetten voor decentrale afvalwaterverwerking met behulp van anaerobe vergisting. Wij hebben toen onze nek uitgestoken', vertelt Henk Heikema van der Kloet, directeur/bestuurder van Woningstichting de Wieren in Sneek. 'Om duurzame, innovatieve technieken beschikbaar te laten komen op de markt heb je experimenten nodig. Alleen zo kom je tot innovaties in de woningbouw.'

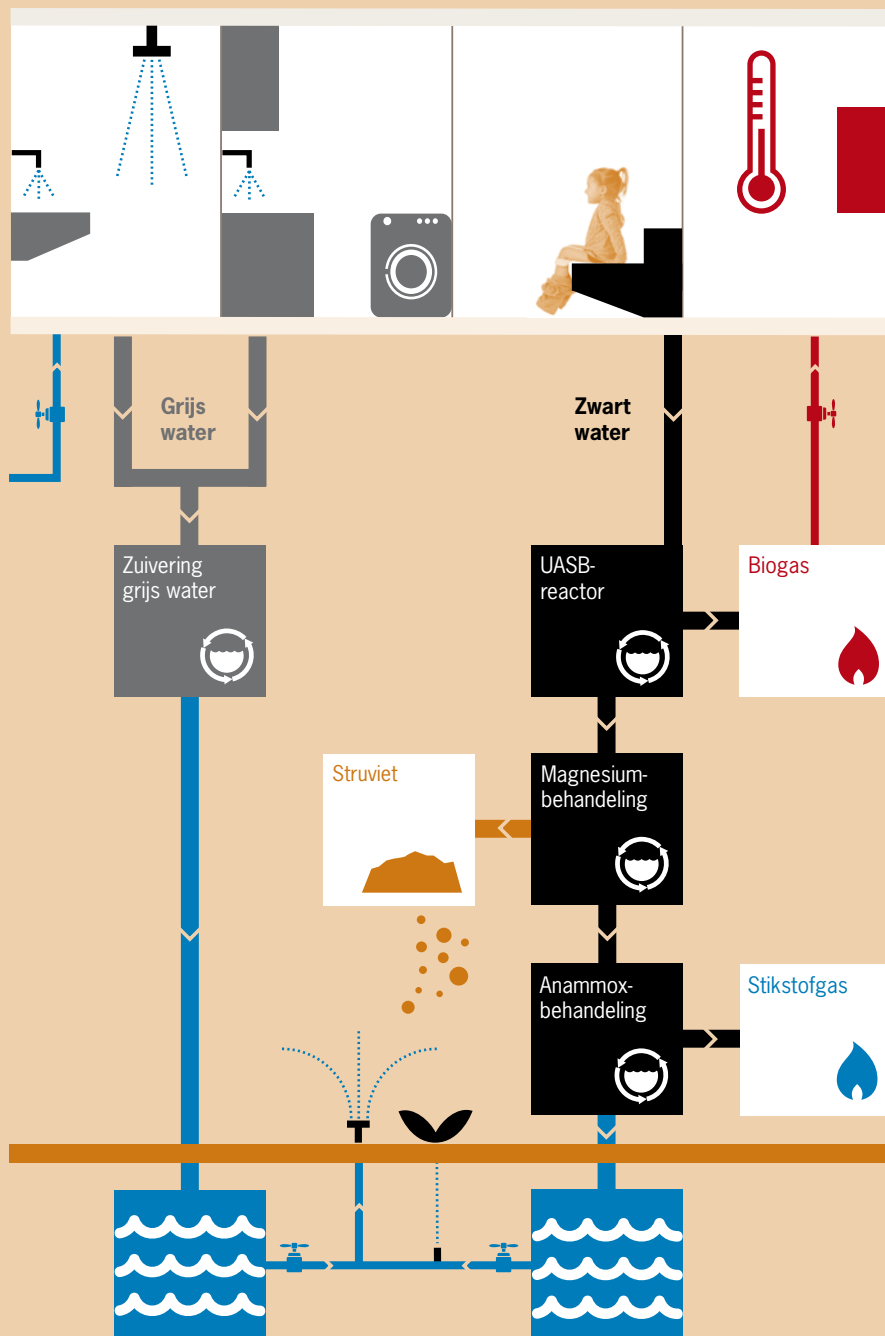
De partners in het project, Woningstichting de Wieren, Woningstichting Patrimonium en de gemeente Sneek, én de bewoners waren tevreden over het systeem, bleek uit onderzoek. 'Alleen het geluid van het vacuümtoilet leidde aanvankelijk tot klachten. Daar is toen een soort geluiddemper op gezet', aldus Zeeman.

Zeemans principe wordt nu door het bedrijf DeSaH, dat het concept heeft gecommercialiseerd, ook toegepast in de nieuwbouwwijk Noorderhoek, eveneens in Sneek, dat ruim tweehonderd huizen gaat tellen. Het vertrouwen in het systeem is inmiddels zo groot dat het klassieke rioolstelsel achterwege blijft.

'Een combinatie van het gewonnen biogas, warmte uit het riool en een warmte-koudeopslagsysteem zorgt voor de verwarming', aldus Heikema van der Kloet. >

‘Het is onze plicht
fosfaat niet te verspillen’

NIEUWE PUBLIEKE SANITATIE



'Nieuwe publieke sanitatie' staat voor inzameling, transport en behandeling van huishoudelijk afvalwater, waarbij grondstoffen worden teruggewonnen. De methode vraagt om scheiding van zwart water (toilet) en grijs water (bad, douche, was en keuken).

Het grijze water is na een relatief simpele zuivering weer te gebruiken in het huishouden en voor irrigatie.

Het zwarte water wordt door anaerobe bacteriën in een UASB-reactor gezuiverd, onder productie van biogas.

Door behandeling met magnesium slaan fosfaat en een deel van de stikstofverbindingen neer als struviet. Dat kan dienen als kunstmest.

Het restant aan stikstofverbindingen wordt met de Anammox-technologie omgezet in stikstofgas.



Anaerobe vergister bij het NIOO in Wageningen, voor de zuivering van 'zwart water' onder productie van biogas.

In Sneek worden ook nutriënten teruggewonnen. 'Bij de traditionele waterzuivering komt het grootste gedeelte van het fosfaat in het slib terecht, dat vervolgens wordt verbrand, en stikstofverbindingen worden door bacteriën omgezet in stikstofgas, dat in de lucht verdwijnt. Het gezuiverde rioolwater kan dan zo worden geloosd op het oppervlaktewater', aldus Zeeman. Bij anaerobe zuivering zitten de nutriënten voor het grootste deel nog in het waterige effluent. 'Dat wordt soms beschouwd als een minpunt: het water mag niet zomaar worden geloosd. Maar daar staat een belangrijk voordeel tegenover: de nutriënten zijn terug te winnen.' En daar is alle reden voor, benadrukt Zeeman. 'Fosfaat is een eindige grondstof. Nu al wordt gewaarschuwd voor schaarste. Het is eigenlijk onze plicht om dat niet te verspillen.' In Sneek

gebeurt dat door het anaerobe effluent te behandelen met magnesium zodat het fosfaat en een deel van de stikstofverbindingen neerslaan als struviet. 'Dat wordt nu nog alleen verzameld, maar we hopen dat struviet goedgekeurd te krijgen als kunstmest voor de landbouw. Dan sluiten we de kringloop. De nutriënten die via de landbouwgewassen in ons voedsel komen, keren dan terug naar de akker.'

PRODUCTIE VAN KUNSTMEST

De stikstofverbindingen die dan nog over zijn in het effluent, worden in Sneek door anaerobe bacteriën omgezet in stikstofgas. Stikstof is geen eindige grondstof – de lucht zit er vol mee. Toch is terugwinning ervan interessant: 'Wereldwijd gaat 1 procent van het energieverbruik

‘Voor grootschalige toepassing heb je een nieuwe infrastructuur nodig’

op aan de productie van kunstmest, door stikstof uit de lucht te halen. Terugwinning van stikstof is dus eigenlijk een vorm van energiebesparing’, betoogt Zeeman. ‘Voor de bestaande technologieën is het effluent echter nog te verdund om stikstof energie-efficiënt terug te winnen. Via promotieonderzoek werken we aan alternatieven, bijvoorbeeld het gebruik van ammonia in een microbiële brandstofcel, om elektriciteit op te wekken.’ Ook hoopt Zeeman op innovaties in de sanitairbranche. ‘Ik ben geen toiletontwikkelaar, maar ik denk dat je een scheidingstoilet moet kunnen maken waarbij je alléén een liter water gebruikt voor de faeces, en de urine waternrij inzamelt. In dat geval kun je niet alleen de stikstof efficiënter terugwinnen, maar ook de anaerobe zuivering bij hogere temperaturen uitvoeren. Bijvoorbeeld door toepassing van thermofiele vergisting, bij 50 tot 70°C, waarbij biogasproductie wordt gekoppeld aan desinfectie. Mijn toekomstig onderzoek zal zich richten op deze anaerobe desinfectie. Daarnaast wordt gekeken naar verwijdering van micro-verontreinigingen, zoals medicijnresten en hormonen.’

ALGEN ALS OOGST

Ook op andere plaatsen is Zeemans aanpak inmiddels doorgedrongen. Zo is de Villa Flora op het Floriade-terrein in Venlo uitgerust met vacuümtoiletten en een vergister. Dichterbij huis heeft ook het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), dat begin 2011 een nieuw gebouw voor zo’n 250 werknemers betrok in Wageningen, Zeemans principes toegepast. ‘Bij de bouw ben ik uitgegaan van het cradle-to-cradle-principe, waarbij kringlopen worden gesloten’, vertelt Louise Vet, directeur van het instituut. ‘Voorafgaand aan de bouw heb ik Milieutechnologie gevraagd: wat is *state of the art* én hoe kan het NIOO nog een stap verder gaan. Zo zijn we uitgekomen op vacuümtoiletten en anaerobe vergisting, maar dat vonden we niet genoeg. Het effluent dat uit de vergister komt, willen we nuttig gebruiken als voedsel voor de kweek van algen.

Daar werken we nu met Grietje Zeeman aan.’ NIOO en Milieutechnologie onderzoeken of een algenreactor een methode kan bieden voor het terugwinnen van fosfaat en stikstofverbindingen. De algen groeien – nu nog alleen in het lab – op het water dat uit de vergister komt. De ‘oogst’ kan worden verwerkt tot meststof, visvoer, bioplastic of brandstof. ‘Ons gebouw is zo een drijfveer voor nieuw onderzoek. Dat is een mooi avontuur’, aldus Vet.

GROOTSCHALIGE TOEPASSINGEN

De aanstelling van Zeeman als hoogleraar maakt duidelijk dat ze inmiddels school maakt. Toch lijkt de dominante positie van de klassieke rioolwaterzuivering nog niet aangetast. ‘In 2001 zijn we begonnen met drie zelfgebouwde hokjes in een proefhal. Binnen tien jaar zijn er al een paar projecten gerealiseerd. Ik ben zeker tevreden; dit is een kwestie van de lange adem’, aldus Zeeman. ‘Voor grootschalige toepassing heb je een nieuwe infrastructuur nodig. Riolen liggen er voor zeker vijftig jaar; die investeringen kun je niet morgen uit de grond scheppen. Daarom moeten we een strategie uitzetten voor de transitie van oude naar nieuwe infrastructuur. Ik hoor vaak van waterschappen: we zouden best nieuwe-sanitatieconcepten willen invoeren, maar we hebben net een nieuw riool, of we hebben een overcapaciteit in de waterzuivering. Ik wil modules ontwikkelen die je kunt inzetten als een deel van het systeem aan vervanging toe is.’

Stukje bij beetje zullen dan ook onze ouderwetse spoeltoiletten er aan moeten geloven. ‘In een nieuwbouwwijk of bij een renovatieproject verloopt dat uiteraard het makkelijkst’, aldus Zeeman. Of bij heel gemotiveerde bewoners. Zoals Zeeman zelf, bewoner van een oud pand in Wageningen dat momenteel wordt opgeknapt. Op alle verdiepingen komt een vacuümtoilet, gekoppeld aan een anaerobe vergister. ‘Nee, dat is niet Ionend. Normale mensen zouden dat zeker niet doen, maar ik wil datgene wat ik predik graag ook zelf laten zien.’ ■