



HERGEBRUIK AFVALWATER

## Glaasje rioolwater?

Afvalwater als bron voor energie, meststoffen en ... drinkwater. Vies? Niets is minder waar. En het gebeurt dichterbij huis dan je vermoedt. Koksijde is wereldwijd een van de koplopers als het gaat over waterhergebruik.

Door Francis MEERBURG en Danny HAELEWATERS

Infiltratiebekken in Wulpen, vlak bij de Belgische kust. Om verzilting van het grondwater te voorkomen laat men hier gezuiverd afvalwater in de bodem dringen.



Vermijden dat er uitwerpselen of ander afval in ons gebruikswater zit, is altijd al het belangrijkste doel van de afvalwaterzuivering geweest. Een zuiveringsinstallatie moet afrekenen met ziektekiemen en organisch materiaal. Vandaag worden ook stikstof en fosfor verwijderd, omdat die voor schadelijke algenbloei en vissterfte kunnen zorgen in onze rivieren. Ook mineralen die in hoge concentraties giftig zijn, gaan eruit.

Onze wetgeving gaat uit van het principe dat gezuiverd afvalwater veilig moet kunnen worden geloosd, geen schade aanricht in het omringende milieu en verder stroomafwaarts opnieuw kan worden gebruikt zonder gevaar voor de volksgezondheid. Overal waar steden hun drinkwater halen uit rivieren of uitgestrekte meren is de kans immers groot dat het gaat om afvalwater van een hoger stroomopwaarts gelegen gemeenschap. Zulke vormen van indirect hergebruik zijn steeds ongepland. Gepland hergebruik van afvalwater als drinkwater kan weerstand oproepen bij de gebruikers en wordt pas overwogen als andere, goedkopere bronnen ontoereikend zijn. In Orange County, Californië, heerst een droog klimaat en dreigt zeewater de bodem binnen te dringen als grondwater wordt opgepompt. Al sinds de jaren 1970 laat men afvalwater na omgekeerde osmose (waarbij het water door een membraan met microscopische gaatjes wordt geduwd) in de bodem infiltreren, waarna het weer opgepompt wordt voor de drinkwaterproductie. Dit vooruitstrevende project voorziet in de waterbehoefte van 2,5 miljoen mensen.

Andere voorbeelden zijn op één hand te tellen. In Singapore wordt afvalwater na behandeling via omgekeerde osmose en bijkomende desinfectie verkocht als drinkwater onder de naam NEWater. In Windhoek, Namibië, een van de droogste regio's op aarde, wordt afvalwater via een uitgebreid zuiveringsproces als drinkwater terug in het distributienetwerk gebracht. Uniek voor Europa is het project in Wulpen, een deelgemeente van Koksijde, aan de Belgische kust.

### WATER ÉN ENERGIE

Net als Orange County werd ook Wulpen geteisterd door periodiek watertekort wegens de beperkte beschikbaarheid van grondwater en het gevaar van zeewater dat de bodem binnendringt. Om de drinkwatervoorziening veilig te stellen, wordt daarom sinds 2002 het afvalwater na uitgebreide behandeling hergebruikt, in een gezamenlijk project van de Intercommunale Watermaatschappij van Veurne-Ambacht (IWVA) en het Vlaamse waterzuiveringsbedrijf Aquafin.

Het afvalwater van zo'n 75.000 inwoners uit de regio wordt gezuiverd in een installatie van Aquafin. Daarna komt het water terecht in het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort. Dagelijks leidt de IWVA tienduizend kubieke meter van deze uitstroom - ruwweg een derde tot de helft van wat de installatie produceert - af naar de zogenoemde Torrele-site voor verdere behandeling. Het water passeert eerst een 1 mm-zeef om grotere onzuiverheden te weren en daarna volgt desinfectie met chloor. Vervolgens vindt ultrafiltratie plaats, waardoor alleen kleinere moleculen en opgeloste zouten overblijven. Na een aanpassing van de zuurgraad wordt het water verder gezuiverd via omgekeerde osmose. Deze technologie maakt gebruik van membranen die enkel doorlaatbaar zijn voor water. Ze houden bacteriën, virussen en zelfs mineralen tegen. Door vervuild water onder druk langs een omgekeerde osmosemembran

André-site) wordt gepompt. Daar dringt het water in de bodem en vult het het grondwater bij. Dat aangevulde grondwater wordt opgepompt en na beluchting en snelle zandfiltratie - twee standaardtechnieken in de drinkwaterproductie - opnieuw in het netwerk gebracht. De cirkel is rond.

Het hele proces betekent dat 35 à 40 procent van het drinkwater in de regio afkomstig is van hergebruik. Volgens Emmanuel Van Houtte, geoloog aan de IWVA, zijn er nooit problemen geweest met publieke acceptatie: 'Al tijdens de planningsfase hebben we de gebruikers geïnformeerd over het project via tentoonstellingen, geleide wandelingen en open dagen, en dat blijven we doen. De inwoners begrijpen dat ons proces met omgekeerde osmose veilig drinkbaar water produceert. Dat het voordien afvalwater was, doet er niet toe. De voorziening van drinkwater is bovendien een stuk betrouw-



In een omgekeerde osmose-installatie wordt water onder hoge druk door een membraan in buizen gestuurd.



Wilgen halen mineralen uit het brakke water dat achterblijft na waterzuivering.

## 'Het zal niet lang meer duren voor een waterzuiveringsstation ook een energiecentrale wordt'

te sturen wordt aan de andere kant van het membraan zuiver water afgescheiden, dat als drinkwater opnieuw in circulatie kan komen. Een derde van het water blijft achter in de membranen als een brakke oplossing van zouten en andere componenten en komt in het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort terecht. De rest is zuiver water dat naar een duinbekken (de Sint-

baarder dan vroeger en het water scoort beter qua hardheid en troebelheid.' Eigenlijk is het water van de Torrele-site na omgekeerde osmose al bruikbaar als drinkwater. Toch gaat het eerst nog langs het duinbekken. Enerzijds als extra buffer als er meer vraag dan aanbod is, en als bescherming tegen mogelijke fouten bij het zuiveringsproces. An-

derzijds om de psychologische barrières tegen 'het drinken van afvalwater' te verlagen, omdat er sprake is van indirect hergebruik. 'De IWVA produceert nu tien jaar drinkbaar water door hergebruik van afvalwater', aldus Van Houtte, 'en heeft daarmee de technische en economische haalbaarheid van het proces aangetoond'. De totale kost van het proces, inclusief investeringen, wordt geschat op 0,50 tot 0,60 euro per kubieke meter geproduceerd water. Dat is voor Wulpen goedkoper dan het aanvoeren van drinkwater uit nabijgelegen gebieden. Dat is niet alles. Momenteel experimenteert de IWVA met het kweken van wilgen in het

brakke water, het restproduct na de omgekeerde osmose. Van Houtte: 'De wilgen nemen mineralen en organisch materiaal op, waardoor er minder impact is op het milieu als dit water in het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort terecht komt. Het wilgenhout kan gebruikt worden als energiebron voor verwarming in de tuinbouw of voor andere toepassingen.' Afvalwater wordt op die manier niet alleen een bron voor drinkwater, maar ook een bron om biobrandstof te maken.

### ZEROWASTEWATER

Een afvalstroom beschouwen als een bron voor hernieuwbare producten. Dat is het credo van

het Laboratory of Microbial Ecology and Technology (LabMET) van de Universiteit Gent, en van het ZeroWasteWater-concept dat hier werd ontwikkeld. Volgens Siegfried Vlaeminck van LabMET is de klassieke methode voor waterzuivering, het actief slibproces, gevolgd door denitrificatie (zie 'De klassieke gang van zaken'), achterhaald wegens niet duurzaam en een te hoge energiekost. 'Tijdens de conventionele zuivering wordt eerst al het aanwezige organische materiaal verwijderd, om vervolgens weer een voedselbron - meestal is dat methanol - toe te voegen voor bacteriën die het nitraat verwijderen.' Dat moet dus efficiënter kunnen.

'Onze onderzoeksgroep zoekt al enkele jaren naar alternatieve technieken en langzaam aan kunnen we via een aantal pilotprojecten aantonen dat deze technieken en processen volwaardige opvolgers kunnen zijn van de conventionele voorgangers. Het is nu de uitdaging om ze te integreren tot een geheelconcept in de waterzuivering. Afvalwater kan op die manier als grondstof dienen om energie, schoon water en meststoffen te herwinnen totdat er weinig tot geen afval meer overblijft - vandaar de term ZeroWasteWater.'

Vandaag wordt op tal van plaatsen geëxperimenteerd met dit concept. De Oostenrijkse gemeente Strass is ondertussen in staat om al het huishoudelijk afvalwater te zuiveren op een energieneutrale manier. 'We zijn niet veraf van de dag dat waterzuiveringsinstallaties netto energie zullen produceren', aldus Vlaeminck. 'Het komt erop neer genoeg organische koolstof, via biomassa, in de anaerobe (zuurstofloze) vergisting te krijgen.'

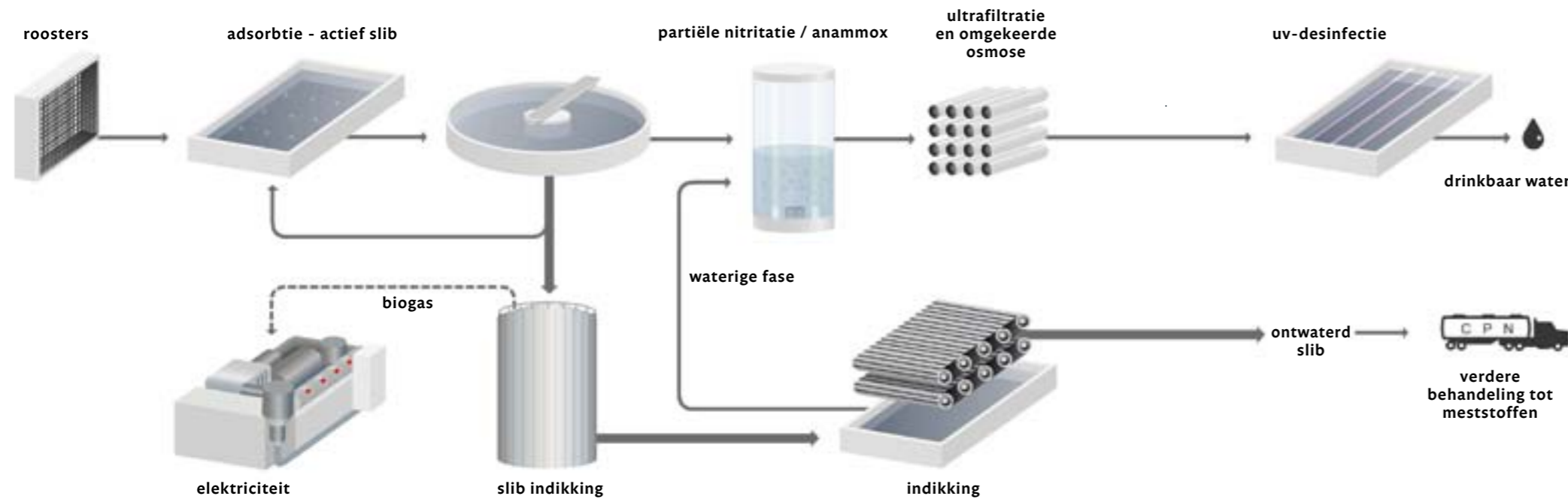
Een veelbelovende technologie is het zogenoemde adsorptie-actief slibproces. Het is een versnelde versie van het conventionele actief slibproces: afvalwater wordt slechts

kort - één uur - met het slib in contact gebracht, dat zelf één of twee dagen in gebruik blijft. Het slib neemt organisch materiaal op en wordt op die manier een geconcentreerde energiebron. Via vergisting bekomt men biogas, dat vervolgens elektriciteit kan opwekken voor de volledige waterzuiveringsinstallatie. Uit het mineraalrijke mengsel van water en slib dat overblijft na de vergisting kunnen ammonium- en fosfaat-zouten worden herwonnen via specifieke neerslagreacties, en hergebruikt als 'groene' meststoffen. Restwater met overtollig stikstof kan worden onderworpen aan het innovatieve anammoxproces, dat gebruikmaakt van bacteriën die stikstofgas produceren uit ammonium en nitriet. Voor dit proces is geen externe voedselbron zoals methanol nodig, en maar half zoveel elektriciteit als bij de conventionele zuivering.

Ten slotte kan het gezuiverde water opgewaardeerd worden tot drinkwater via ultrafiltratie en omgekeerde osmose. Dat levert puur water op dat niet rechtstreeks drinkbaar is: om gezondheidsredenen moet opnieuw een kleine hoeveelheid mineralen worden toegevoegd, bijvoorbeeld door water uit andere bronnen toe te voegen.

### CRADLE TO CRADLE

Langzaam stijgt de interesse om ook elders in Europa water te hergebruiken. Door de stijgende bevolkingsaantallen en de opwarming van de aarde dreigt waterschaarste, vooral in stedelijke en droge gebieden. Tegelijk nemen de technische mogelijkheden toe. Ook in het vlak van duurzaamheid scoort hergebruik van water hoog. Eerder dan energie te verbruiken voor het zuiveren en lozen van afvalwater om vervolgens op zoek te gaan naar andere bronnen om drinkwater te produceren, gebeurt dit nu in één proces.



Het ZeroWasteWater-concept. Stap voor stap worden grondstoffen - energie, drinkbaar water en meststoffen - gewonnen uit afvalwater. Bij een volledige doorvoering van dit principe blijft er geen enkele vorm van afval over.

Dr. Craig Criddle, hoogleraar microbiële milieutechnologie aan de Stanford University (Californië), volgt deze evolutie al jaren op de voet: 'We moeten afstappen van de traditionele manier van denken. In het verleden werd afvalwater behandeld vanuit een *end-of-pipe*-denken: het zoeken naar oplossingen om milieuschade te beperken en de volksgezondheid te beschermen. Tegenwoordig bekijkt men het steeds vaker vanuit de *cradle-to-cradle*-filosofie. Ecologische en economische belangen worden op één lijn geplaatst en waardevolle producten zoals schoon water, schone energie en veilige materialen worden geproduceerd uit iets wat men voordien als afval beschouwde.'

Criddle voorspelt dat waterzuiveringsinstallaties op termijn zullen evolueren tot lokale centra voor bronherwinning, zoals het ZeroWasteWater-concept vooropstelt. 'Nieuwe businessmodellen zullen ontstaan, waarbij 'afvalgrondstoffen' worden omgezet in verschillende producten, afhankelijk van de lokale vraag.'

Het primaire doel van afvalwaterzuivering - de productie van schoon water en het vermijden van ziekteoverdracht - blijft te allen tijde behouden. Maar daarnaast wordt het, met het oog op duurzame ontwikkeling, steeds belangrijker om te leren hoe we uit een afvalstroom producten kunnen maken met hoge economische waarde. ■

**Francis Meerburg is onderzoeker aan LabMet van de Universiteit Gent. Danny Haelewaters is onderzoeker en publicist.**



Beluchtingsbekken in Wulpen. Organisch materiaal wordt uit het water verwijderd door actief slib.

## DE KLASSIEKE GANG VAN ZAKEN

Biologische processen zijn verreweg de goedkoopste manier voor de zuivering van afvalwater. De vroegste waterzuiveringsinstallaties - gebouwd eind 19de, begin 20ste eeuw - waren gebaseerd op bezinking en filtering door stenen en grind begroeid met bacteriën. In 1913 werd het actief slibproces uitgevonden, dat na enkele jaren van experimenteren wereldwijd ingang vond en vandaag nog steeds de onbetwiste nummer één is in de afvalwaterzuivering.

In een conventioneel actief slibstelsel voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater staan er eerst roosters om de grofste onderdelen tegen te houden die eigenlijk niet in rioolwater thuishoren - luiers, plastic en metalen voorwerpen. Het water komt vervolgens terecht in een primaire bezinkingstank waar zand en grover organisch materiaal worden gescheiden van het water. Ook bovendrijvende oliën en vetten gaan eruit.

Daarna begint het eigenlijke actief slibproces, waarbij een mengsel wordt ingezet van heterotrofe bacteriën (die leven van organisch materiaal), eencellige micro-organismen en meercellige diertjes zoals raderdiertjes. Het

water wordt in een tank gebracht en belucht, waarbij vlokken actief slib voor biologische zuivering zorgen. Het mengsel van water en slib gaat vervolgens naar een bezinkingstank waarin de slibvlokken naar de bodem zakken. De bovenste fractie bestaat dan uit relatief schoon water; de onderste fractie, het slib, gaat terug naar de beluchtingstank. Zo creëert men verschillende verblijftijden voor water en slib: terwijl een gemiddelde waterdruppel enkele uren in het systeem doorbrengt, bedraagt de verblijftijd van het slib meerdere dagen. Deze scheiding van verblijftijden is cruciaal voor het proces: daardoor kunnen grote hoeveelheden water relatief snel worden gezuiverd zonder dat het actief slib sneller wegspoelt dan het kan aangroeien.

Als er genoeg zuurstof in de tank zit, zijn de micro-organismen in staat om organische componenten uit het water te oxideren tot CO<sub>2</sub> (*dissimilatie*). Een deel van de organische stof wordt echter gebruikt voor de aanmaak van nieuwe biomassa (*assimilatie*). Om de concentratie van het voortdurend aangroeiend slib onder controle te houden, verwijdert men een deel van het slib uit de cyclus. Overmatig

slib kan worden ingedikt en gecomposteerd of gedroogd en verbrand. Steeds vaker kiest men er echter voor het slib te behandelen via anaerobe (zuurstofloze) vergisting, waarbij biogas vrijkomt en energie kan worden opgewekt.

Nationale en Europese wetgevingen leggen vandaag ook maximumwaarden op voor onder meer stikstof en fosfor, en daar hapert het actief slibproces wel eens. Veel waterzuiveringsinstallaties moeten dan ook extra stappen inbouwen om overtollige mineralen te verwijderen. Het uitstroomwater van het actief slibproces bevat stikstof in de vorm van nitraat en eventueel ammonium. Die worden gewoonlijk verwijderd via zogenoemde *nitrificatie* en *denitrificatie*. In aanwezigheid van zuurstof zetten bepaalde bacteriën ammonium om in nitraat (*nitrificatie*), terwijl andere bacteriën, in afwezigheid van zuurstof, dat nitraat omzetten in het onschadelijke stikstofgas (*denitrificatie*). Als er overtollig fosfor aanwezig is, in de vorm van het slecht oplosbare fosfaat, kan dat worden verwijderd door het actief slib afwisselend wel en niet te beluchten, waardoor fosfaten geaccumuleerd worden.