

*Doris van Halem, hoogleraar Drinkwaterkwaliteit en Zuivering aan de TU Delft:*

# “Nederland is dichtbevolkt, dus we moeten steeds beter ons water zuiveren”

**Klimaatverandering leidt in Nederland tot drogere zomers en een grotere behoefte om buffers aan te leggen. Maar deze buffers zullen gevuld zijn met oppervlaktewater, dat doorgaans meer verontreinigd is dan grondwater. Dus als we van die buffers drinkwater willen maken, dan zullen we meer moeite moeten doen om het te zuiveren. Hoogleraar Doris van Halem aan de TU Delft onderzoekt hoe dat het beste kan, en opteert daarbij voor goedkope en robuuste technieken, zodat ons drinkwater betaalbaar blijft.**

Auteur

Tijdo van der Zee

*Doris van Halem*

Foto's: *Christiaan Krop*



Een snelle blik op Google Scholar leert dat Van Halem de afgelopen jaren onderzoek heeft gedaan naar een breed spectrum aan verontreinigingen in het bronwater. Niet alleen anorganische vervuiling heeft haar interesse, ook virussen en bacteriën zoals E. coli vormen onderwerp van haar onderzoek. "Het is simpel", zegt ze, "Ik ben geïnteresseerd in alles wat in het bronwater kan zitten dat je niet in het drinkwater wil hebben."

*Je hebt een internationale blik en hebt promotie-onderzoek gedaan in Bangladesh en in Colombia*

*heb je je beziggehouden met de waterkwaliteit van een rivier, de Cauca. Heb jij daar een soort doel gehad? Bijvoorbeeld dat je met eenvoudige filtertechniek het water in ontwikkelingslanden tot drinkwater wil maken?*

"Als wetenschapper is mijn doel om te begrijpen hoe zuiveringsprocessen werken. Als ingenieur is mijn doel om op basis van dat begrip ontwerpen te maken, die met eenvoudige vuistregels neergezet kunnen worden. Als ik daarmee een bijdrage zou kunnen leveren aan betere toegang tot drinkwater internationaal, zou ik dat heel mooi vinden. Maar ik besef goed dat je als wetenschapper maar



### Doris van Halem

Doris van Halem (41) is hoogleraar Drinkwaterkwaliteit & Zuivering aan de Technische Universiteit Delft. Haar onderzoek richt zich op het begrijpen van het gedrag van verontreinigingen in natuurlijke wateren voor de ontwikkeling van innovatieve en duurzame Waterbehandelingstechnologieën. Als programmaleider van het TU Delft-programma Delft Global Initiative | Water for Impact is zij verantwoordelijk voor het stimuleren van wateronderzoek in en met de Global South.

Van Halem is cum laude afgestudeerd aan de Technische Universiteit Delft in Civiele Techniek en Geowetenschappen. In 2011 voltooide zij haar promotieonderzoek (cum laude) naar de verwijdering van ijzer en arseen in de ondergrond voor de drinkwatervoorziening in Bangladesh. Ze ontving voor haar werk verschillende prijzen, waaronder in 2015 de UNESCO-L'Oréal For Women in Science award, gevolgd door een research fellowship bij KNAW NIAS.



een klein puzzelstukje bent in een heel complex probleem. Goede technologie kan er een rol in spelen. Als je de techniek begrijpt kun je veel slimmer ontwerpen: goedkoper, duurzamer en breder toepasbaar. Maar om te zeggen dat met één fantastische techniek de hele wereld geholpen gaat zijn, dat zal je niet van mij horen. Dat is een grote overschatting van de ingenieur."

*In juni heb je je intrede gehouden in Delft. In het begeleidende persbericht stond dat je onderzoek doet naar "complexe interactie tussen biologische, chemische en fysische mechanismen in zuiveringsprocessen zoals biologische zandfilters, keramische membranen, duinpassages en elektrocoagulatie. Ik ga daar straks verder op in maar eerst: wat is elektrocoagulatie?"*

"Laten we het woord opknippen in twee delen en beginnen met 'coagulatie'. Dan doseer je een vlokmiddel aan de waterstroom, waardoor alle kleine deeltjes in je water, die dezelfde dichtheid hebben als water, en dus niet bezinken uit zichzelf, aan dat vlokmiddel gaan kleven. Dan krijg je grotere vlokken en die kun je dan mooi afvangen door bezinking, flotatie of in een zandfilter. In Nederland doen we dat vaak met ijzerchloride en in het buitenland, zoals in Afrika, doen ze dat vaak met aluminiumsulfaat. Dan komt het 'elektro'-deel. Het idee van elektrocoagulatie is dat je dat niet doseert door middel van chemicaliën, maar dat je doseert door middel van stroom op ijzeren of aluminium platen. Dan produceer je je eigen coagulant op locatie van je zuivering. Twee platen hang je in het water en daar zet je een stroom overheen. Die stroom zorgt ervoor dat elektronen gaan stromen door die metalen platen en het water waardoor één plaat zal oplossen, de anode. Dat is de bron van je coagulant."

*Oké. Dan hebben we die. Terug naar de tekst in het persbericht. Want er staat: 'complexe interactie' en dan denk ik bij mezelf: ja, het is wel meer dan complex. Ik zou bijna zeggen dat het zo complex is, dat het bijna niet helemaal te begrijpen is wat er allemaal in het water gebeurt. Of zit ik er naast?"*

“Het goed onderscheiden van de verschillende processen die in het water plaatsvinden is inderdaad een uitdaging. Want je kunt er met de biotechnologische bril naar kijken, en dan zie je hele andere dingen in je filter dan wanneer je er als chemisch technoloog naar kijkt. En ik probeer eigenlijk allebei die brillen over elkaar heen te zetten en te zien in welke omstandigheden het ene proces, de biologische omzetting, of juist bijvoorbeeld een chemisch-katalytisch proces, de boventoon voert. Stap één is het uit elkaar trekken van die verschillende processen. Stel: we sturen puur op biologie, wat is dan de omzetting en hoe snel gaat dat? Kunnen we dat goed beschrijven? En op het moment dat je dat weet, dan kun je gaan kijken naar een complex systeem waar het allebei gebeurt. Bijvoorbeeld een fractie biologische omzetting en een fractie chemisch. En dan tenslotte is natuurlijk de vraag hoe interacteert dat allemaal?”

*Wat betekent dat voor het ontwerp van je zuivering?*

“We moeten onze zuiveringen zo ontwerpen, dat we heel veel verschillende verontreinigingen verwijderen. En dat worden er steeds meer. Dus dat betekent dat als je een zuiveringsproces puur op één verontreiniging zou ontwerpen en helemaal zou begrijpen, dat je die andere tientallen verontreinigingen daar niet in meeneemt, terwijl die wel ook beïnvloed kunnen worden door de verwijdering van die eerste verontreiniging – wat eventueel weer kan leiden tot de vorming van nieuwe ongezonde stoffen. Die interactie is echt heel complex. En of we die ooit helemaal kunnen begrijpen in allerlei verschillende soorten water? Dat weet ik niet. Maar ik denk wel dat er grote stappen te zetten te zijn.”

## ‘Je wilt dat mensen drinkwater voor 1 euro per kuub kunnen blijven gebruiken.’

*Jij bent ook bezig met arseen, wat is dat eigenlijk voor een spul?*

“Dat is een metalloïde, dus het is metaalachtig, maar het is geen metaal. En dat zit van nature in sedimenten in de aarde en kan onder bepaalde condities in oplossing komen in het water. In Bangladesch zit het in het grondwater, omdat het in Himalaya-sedimenten zit en de rivieren hebben dat naar de Bangladesch-delta getransporteerd door de jaren heen. En als je dan lokale plekken hebt met organisch materiaal en reductie, dan komen

die sedimenten in oplossing waardoor arseen in het grondwater komt.”

*En arseen is natuurlijk bijzonder slecht voor het milieu, toch?*

“Arseen is ontzettend giftig, ja. Het werd vroeger ook wel gebruikt als gif, als rattengif bijvoorbeeld. En dan is het natuurlijk acuut toxisch, die concentraties zitten niet in grondwater. Bij de lagere concentraties in grondwater, microgrammen per liter, moet je er chronisch aan blootgesteld worden en dan kun je er allerlei verschrikkelijke kankers en andere ziektes van krijgen.

*En zie je dat in Bangladesh ook?*

“Toen deze problematiek net bekend werd, waren er dorpen waar één op de tien mensen eraan overleed.”

*Maar dat is dus niet eens door menselijk handelen zo ontstaan, dat is gewoon een natuurlijk proces geweest?*

“Ja, dat is gewoon natuurlijk. Het wrange is: in de jaren 70 is het hele land overgestapt van oppervlaktewater, waar veel ziekteverwekkende organismen in zitten, naar grondwater. Die switch heeft in eerste instantie ontzettend veel levens gered, vooral van kinderen, maar pas jaren later is ontdekt dat dat grondwater arseen bevatte en dat dat dus ook een stille killer is.”

*Maar dat probleem kan opgelost worden door het weg te filteren?*

“Arseen is best lastig uit water te verwijderen. Het gaat om arseniet, wat het best te verwijderen is als het negatief geladen wordt, als oxy-anion, en dat gebeurt als het oxideert naar arsenaat. Wij doen vooral onderzoek naar hoe we op een eenvoudige wijze, zonder het gebruik van chemicaliën, van arseniet naar arsenaat kunnen en dat doen we met biologische oxidatie, met organismen die dat kunnen. Die zitten gewoon ook in het grondwater, dus die kun je heel mooi en eenvoudig laten groeien in een filter.”

*Want, zo heb je eerder aangegeven, je bent eigenlijk op zoek naar niet al te complexe en goedkope filtermechanismen en zuiveringsprocessen.*

“We kunnen de gekste dingen selectief uit water verwijderen, maar wat je wilt bij drinkwater is dat de kostprijs van je drinkwater laag blijft. Je wilt dat mensen het voor zo'n 1 euro per kuub kunnen blijven gebruiken. En ik denk dat het daarmee wel extra belangrijk is dat je weet hoe je het slimste kan zuiveren. Kijk je naar de industriesector, daar wordt natuurlijk ontzettend



veel water en allerlei chemicaliën met scheidingstechnieken behandeld. Maar dan produceer je vaak een product waar je economisch meer voor terugkrijgt. En dat is bij drinkwater niet zo. Niemand wil dat dat 10 euro per kuub gaat kosten, of 100 euro per kuub. Daarom moet je wel altijd op zoek naar een balans. Dus slim zuiveren, waarmee je wél nieuwe verontreinigen uit water kunt halen, maar met zo min mogelijk energie zodat je het goedkoop kan blijven doen. Dat is een balans.”

*Wat is de grootste uitdaging in Nederland?*

“De grootste uitdaging in Nederland is dat er lokaal tekorten zijn ontstaan door aan de ene kant een stijgende vraag en aan de andere kant langere periodes van droogte. Er is wel genoeg water, maar in de wintertijd hebben we meer water dan we nodig hebben. En in de zomer hebben we minder water dan we nodig hebben. En dat verschuift steeds meer door klimaatverandering. Ons huidige drinkwatersysteem is niet ontworpen voor deze verandering, dus de vraag is: hoe kunnen we ervoor zorgen dat het hele jaar door we altijd genoeg water hebben om iedereen te leveren die dat raakt? Het tweede probleem is dat onze wateren natuurlijk niet zo schoon zijn - PFAS,

## ‘Ik heb nog regelmatig Eureka-momentjes’

pesticiden en medicijnresten. Wat logisch is in zo'n dichtbevolkt land, waar we heel intensief onze wateren gebruiken. Die twee problemen komen samen op het moment dat je meer buffer wil hebben in de zomer, want dan kunnen we niet meer zo goed op onze oude bronnen, die vaak van betere kwaliteit zijn, vertrouwen. We gaan steeds meer kijken naar het gebruiken van andere bronnen, vaak oppervlaktewater - dus uit rivieren, meren of zelfs zeewater. En daar zitten nou eenmaal hogere concentraties in van deze door mensen veroorzaakte verontreinigingen. Dus daar zullen we steeds meer op moeten gaan zuiveren, zowel omdat we onze buffers willen vergroten, als omdat er nu eenmaal die verontreinigingen er meer in zitten dan 50 jaar geleden.”

*Dus dat gaan we de komende jaren ook zien gebeuren denk je?*

"Ja, de verkenning van nieuwe waterbronnen is al in volle gang in de watersector. Een mooi voorbeeld is de IJsselvallei waar waterbedrijf Vitens zit. Ze gaan aan de slag met een Living Lab om te kijken of ze die oppervlaktewaterbron kunnen gebruiken in de toekomst. Dunea, een ander waterbedrijf in het westen van het land, kijkt ook naar alternatieve bronnen. Zo hebben ze nu twee pilots, een op Valkenburgse meerwater en een op brakwater. En bij waterbedrijf PWN kijken ze naar een extra buffer bij hun waterzuivering. Klimaatbuffer noemen ze dat. Dus ja, het is echt iets wat nu al speelt. Het is een noodzaak om uit te wijken naar minder schone bronnen. Aandachtspunt is natuurlijk wel: wat doe je met het concentraat dat overblijft na zuivering? Dat kan je niet zonder meer teruglozen op het oppervlaktewater. Daar zullen we ook oplossingen voor moeten verzinnen. Ik vind het mooi om met deze verschillende onderzoeken bezig te zijn, vanuit verschillende standpunten, want dat geeft kruisbestuiving om sneller tot inzichten te komen en door te kunnen."

*Heb je wel eens een eureka momentje gehad?*

"Ik heb geregeld eureka momentjes. Ik had gisteren nog één. Ik heb hier toevallig een briefje voor me liggen met hele grote uitroeptekens. We doen onderzoek naar mangaan- en ammoniumverwijdering en hoe die twee elkaar gekoppeld zijn. Dat is best een complex systeem. En opeens dacht ik, nou volgens mij is dit aan de hand. Dus yes, dat is fijn."

*En dat ga je dan testen? Of dan denk je: nee, dit moet kloppen wat ik denk en dat hoeft geen bevestiging meer.*

"In dit geval zien we het proces optreden in een grootschalige pilotopstelling met waterbedrijf Vitens. En dan vraagt het bij mij in ieder geval wel bevestiging in een wat meer besloten omgeving. Dus dat willen we wel nog even in het lab testen en narekenen."

## 'Aandachtspunt: wat doe je met het concentraat dat overblijft na zuivering?'



*Maar is dat dan het gevolg van die kruisbestuiving die je eerder noemde?*

"Ja, de kruisbestuiving in dit geval tussen toegepast en wetenschappelijk onderzoek. Dat kan heel vruchtbaar zijn. Anders loop je het risico van 'oogkleppen op', waarin je iets onderzoekt in het lab, wat eigenlijk in de realiteit helemaal niet optreedt. Die iteratie tussen praktijk en theorie vind ik belangrijk en heel leuk. Je ziet iets wat je misschien niet meteen snapt, maar als je het uiteindelijk wel snapt, dan is de bevrediging des te groter."

*Hoeveel uitroeptekens heb je op dat briefje gezet?*

"Het zijn twee grote uitroeptekens en dan ook nog twee grote strepen onder het woord. En ik heb er 'NICE' bij geschreven, in hoofdletters."

*Dan heb je best leuk werk als je dit soort momenten hebt.*

"Ja, dat is waar. Zo gaat het heus niet elke dag hoor, maar toevallig gisteren dus wel."