

# “Van grondwater-systemen is nog veel onbekend”

Het is begin augustus. Op televisie worden beelden getoond van de gevolgen van de extreme hitte en de bosbranden in Rusland, naast die van de gigantische wateroverlast in Pakistan, China en India en de overstromingen van de Neisse. Tegen dergelijke uitzonderlijke omstandigheden hoop je je als overheid en verantwoordelijke bedrijfstak te wapenen door de aanleg van brandgangen, watervoorraden en bergingsmogelijkheden. De bodem is daarbij een veilig milieu, zeker wanneer het gaat om water van hoogwaardige kwaliteit. Ook voor het overbruggen van temperatuurverschillen komt de bodem steeds meer in beeld. Maar weten we voldoende van de processen die in de bodem plaatsvinden? Verslag van een gesprek met hoogleraar chemische hydrogeologie aan de Vrije Universiteit in Amsterdam, Pieter Stuyfzand, in zijn gedeelde werkkamer aldaar.

## *In welke setting bevindt jouw leerstoel zich?*

“De leerstoel maakt deel uit van de faculteit der Aard- en Levenswetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam. De levenswetenschappen betreffen biologie, ecologie, biomedische en gezondheids-wetenschappen. De aardwetenschappen zijn hydrologie, paleoklimatologie en geo-ecosystemen, dynamiek van bekkens en lithosfeer én aarde en economie. Binnen hydrologie onderscheiden we dan weer hydrogeologie (focus op de ondergrond) en ecohydrologie (focus op de bovengrond, met name boshydrologie met de interactie van water, koolstof en stikstof). We bezien hydrologische processen vanuit een aardwetenschappelijke basis. In Delft doet men dat vanuit een civiele en in Wageningen vanuit een landbouwkundige achtergrond.”

## *Hoeveel studenten hebben jullie?*

“We zijn niet ontevreden over de belangstelling van studenten. We kennen uiteraard een bachelor- en masterfase. In de masterfase zit de echte opleiding tot hydrogeoloog. Daarin hebben we op het ogenblik 15 tot 20 studenten, van wie ongeveer de helft uit het buitenland komt, vooral uit Spanje en Griekenland. Nederland heeft een naam op watergebied, heeft ook veel banen in de watersector. Vanuit landen als Spanje en Griekenland, waar de werkeloosheid op dit moment erg groot is, hoopt men hier tevens een baan te vinden of een promotie-onderzoek te kunnen doen. Promovendi worden nergens ter wereld zo goed betaald als in Nederland. Promotieonderzoeken zijn ook steeds meer van levensbelang voor onszelf. Toen ik zelf vroeger hier studeerde, was er een voltijds hoogleraar, die zo’n drie promovendi had. Ik heb een aanstelling voor twee dagen per week en twaalf promovendi.”

## *Waarom zijn promovendi zo belangrijk?*

“Zonder promovendi hebben we onvoldoende geld en roem. De huidige universitaire wereld is vooral prestatiegericht. Alles wordt door de overheid geteld, gemeten en gewogen. Op de uitkomsten daarvan worden we afgerekend. Daarnaast worden we beoordeeld door visitatiecommissies. Bij beide aspecten zijn proefschriften heel belangrijk. Uiteraard voor de naam die je krijgt, maar ook om financieel rond te komen. Per gereedgekomen proefschrift krijgen we van het Rijk een bedrag van circa 70.000 euro uitgekeerd. Met een aantal promoties per jaar lukt het ons als vakgroep dan om het hoofd boven water te houden.”

## *Waar richten deze promotieonderzoeken zich op?*

“Een belangrijk punt is het probleem van de putverstoppingen, nog altijd actueel voor de drinkwaterbedrijven, in zowel Nederland als het buitenland. Twee promovendi werken daar op het ogenblik aan, gefinancierd via het Technologisch Top Instituut Water-technologie Wetsus. De ene promovendus houdt zich bezig met chemische putverstopping, de andere met mechanische. Dat laatste gaat dus om kleideeltjes e.d. in het grondwater, die openingen doen dichtslaan. Chemische putverstopping is het gevolg van mengen van twee soorten water. Wanneer zuurstofloos, ijzerhoudend water in aanraking komt met water dat zuurstof bevat, coaguleert het ijzer en verstoppen de ijzervlokken de put. Een oud probleem. We kunnen tegenwoordig de processen die optreden veel nauwkeuriger bestuderen dan vroeger. We kijken ook naar putconstructies en boortekniken, zowel om verstoppingen te voorkomen, als om verstopte putten te regenereren.”

“Een ander onderzoek richt zich op de kwetsbaarheid en kwaliteitsontwikkeling

van het ruwe grondwater in Nederland. Nederland telt 240 puttenvelden, waarvan de kwaliteit regelmatig wordt onderzocht. De meetgegevens zijn opgeslagen in een grote databank, vroeger bij de Vewin, tegenwoordig bij KWR. Tot dusverre is weinig met die gegevens gedaan, zeker niet met de gegevens uit de periode 1898 tot 1992. In dit promotieonderzoek worden deze gegevens geanalyseerd, aangevuld met recente metingen waarbij ook verschillende isotopen gemeten zijn. Daarmee is inzicht te verkrijgen in de genese en herkomst van het grondwater. Een derde onderzoeksterrein is dat van de waterkwaliteitsaspecten van koude- en warmteopslag. Deze ontwikkeling zorgt ervoor dat verschillende systemen bij elkaar gebracht worden. Wat zijn de effecten daarvan, in welke mate beïnvloeden deze elkaar? Heeft de drinkwatervoorziening er last van?”

## *Welke effecten verwacht jij?*

“Het belangrijkste lijkt mij de vermenging van kwaliteiten. Stel dat men door verontreiniging heen naar het watervoerend pakket boort. Dan krijg je lekken van boven naar beneden, vooral in of aan de rand van het stedelijk gebied. Bij warmte- en koudeopslag wordt water uit de ene put teruggepompt in de andere. Daardoor verandert de samenstelling van het grondwater, heb je kans op bacteriële besmetting, op de afgifte van leidingmaterialen als cadmium, koper en lood. De temperatuur van het grondwater verandert. In principe is altijd sprake van een gesloten balans, zonder weglekken van water of warmte. De praktijk is echter anders. Er is meer vraag naar koeling dan naar warmte en er is stroming in de ondergrond, zeker in de buurt van een puttenveld. De klimaatverandering vraagt om meer berging van water in de ondergrond, veilig, koel en goedkoop, bijvoorbeeld om perioden met

nog lagere rivierafvoeren te overbruggen. Water dat in de winter ingenomen kan worden: *Aquifer Storage and Recovery*, veel toegepast in de wereld, maar in Nederland nog niet op praktijkschaal. Bij Waterleiding Maatschappij Limburg in Heel loopt een eerste proefproject voor de opslag van drinkwater. De bodem is niet inert. Vraag is of je drinkwater als zodanig terug kunt winnen of dat je toch mangaan en ijzer moet verwijderen. Ook voor Terschelling is dit eventueel een optie. In de zomerperiode wordt dat eiland nu voorzien vanaf het vasteland. Die leiding is slecht en de vraag is of je het eiland zelfvoorzienend kunt maken door oppervlaktewater dat nu afstroomt naar de kwelders, op te slaan in water-voerende pakketten."

### Hoe ziet jouw levensloop eruit?

"Ik ben in 1953 in Haarlem geboren en heb mijn hele leven in de kuststreek gewoond en gewerkt. Van 1971 tot 1978 studeerde ik aan de Vrije Universiteit Amsterdam, tot mijn kandidaats fysische geografie, daarna als doctoraalstudie hydrogeologie. Aansluitend ben ik met mijn promotieonderzoek begonnen bij professor Engelen. 'Hydrochemie en hydrologie van de kustduinen in West-Nederland' luidt de titel van het proefschrift waarop ik in 1993 gepromoveerd ben. Dat duurde enige tijd, omdat ik in 1981 een baan als hydrochemicus bij het Kiwa had aangenomen als jongere collega van Kees van Beek. Ik keek naar West-Nederland met zijn kunstmatige infiltratie en oeverfiltratie, hij naar Oost-Nederland met putverstopping (zie onder andere pagina 44 in deze uitgave, red.) en de landbouwinvloed. Overigens is Kees nu één van de twee promovendi die putverstopping onderzoeken. Hij beziet de mechanische putverstopping en heeft al zijn praktijkervaring in dit onderzoek kunnen inbrengen."

### Wat hield jouw werk bij Kiwa in?

"Ik hield me bezig met de kwaliteitsaspecten van de kunstmatige infiltratie. Het was de tijd waarin duinecologen bezwaar gingen maken tegen het gebruik dat de drinkwaterbedrijven van de duinen maakten. We hebben toen alle kwaliteitcijfers over de jaren 1969 t/m 1978 van het inkomende en het uitgaande water gedigitaliseerd en verwerkt. Het was het begin van het computertijdperk. Met steun van chemici als Hans Smeenk en Jan van Puffelen en werkgroepen die apart naar de hygiënische en ecologische aspecten keken, heb ik vijf jaar lang wetenschappelijk onderzoek kunnen doen, een zeldzame ervaring. Het resulteerde in beroemde Kiwa-mededelingen 81 en 82 uit de jaren '80, die destijds als bijbels gehanteerd werden."

### Wat was de hoofdconclusie van dit onderzoek?

"Dat bodempassage een buitengewoon betrouwbaar zuiveringproces is. Dat zeer veel verwijderd wordt: bacteriën, virussen, zware metalen, nitraat trihalomethanen en vele andere organische verbindingen. We hebben ook de effecten op de duin-ecologie uitvoerig bestudeerd, waarbij



belangrijk was dat de betere voorzuivering van het rivierwater zorgde voor veel minder nutriëntenbelasting dan in de beginfase.

Met *tracers*, waaronder isotopen, konden we geïnfiltreerd regen- en rivierwater van elkaar onderscheiden. We zagen dat zich regenwaterlenzen op het rivierwater vormden en hoe kwelplassen chemisch functioneren. Sinds begin jaren '80 heb ik ook oevergrondwater onderzocht. We konden met *tracertechnieken* de ouderdom en het aandeel oeverfiltraat vaststellen. Toen in 1989 bentazon ontdekt werd, konden we voor elke winning aangeven hoelang de bedrijven daar last van zouden hebben." "De VU Amsterdam was de enige universiteit waar aan isotopenhydrologie gedaan werd. Van die kennis hebben we in de waterleidingwereld veel gebruik kunnen maken. In 1994 begonnen we een groot onderzoek naar het gedrag van prioritair stoffen bij bodempassage. Daarna volgden nog twee aanverwante onderzoeken. Het eerste was een vergelijking tussen atmosferische depositie en kunstmatige infiltratie. Beide zorgen voor accumulatie en uitloging. Via de lucht kwam relatief veel aan bestrijdingsmiddelen uit de bollenteelt, PAK en lood in het water terecht; via kunstmatige infiltratie (ondanks de voorzuivering) meer fosfaat en bepaalde industriële componenten. Globaal kun je zeggen dat het effect van beide vormen van belasting destijds gelijk was, maar bij kunstmatige infiltratie veel minder tijd had gevegd."

"Recent hebben we het gedrag van genesmiddelen en röntgencontrastmiddelen en van moeilijk te analyseren polaire verbindingen onderzocht. Wat daarmee gebeurt, hangt erg van de redoxcondities in de bodem af, dus van de aanwezigheid van aerobe en anaerobe zones (die nader onder te verdelen zijn). Met deze kennis

kun je de keuze van een zuiveringssysteem relateren aan de kwaliteit van het water en aan de aanwezige bodemcondities. In de ene situatie is diepfiltratie beter, in de andere oppervlakte-infiltratie of oeverfiltratie. Het vormt de basis voor adviezen die we tegenwoordig als KWR in Florida, Australië en Engeland geven. In 2004 ben ik in Amsterdam benoemd tot hoogleraar voor twee dagen per week. Daarnaast werk ik drie dagen per week voor KWR."

### Hoe uniek is jouw kennis?

"In wezen is elke specialist uniek in de kennis die hij of zij verzamelt. Bij mij is dat de combinatie van hydrologie en chemie met grondwater. Kennis die ik vooral in Nederland verzameld heb. Daar valt ook de genese onder van duingrondwater, dat bijzonder is vanwege het sterke effect van de *seaspray* en de enorme kwaliteitsvariëaties dankzij de verschillen in landschap en vegetatie. In schraal duinterrein bevat het grondwater twee kilometer van de kust circa 15 mg chloride per liter, onder dennenhout vind je echter 100 tot 600

## "Gebruik bodem vraagt om meer kennis"

mg chloride per liter: een gevolg van het invangen van zeezout en verdamping. Bomen filteren bijvoorbeeld ook zwaveldioxide uit de lucht, zodat je daaronder 100 tot 400 mg sulfaat per liter vindt in plaats van de normale 10 tot 20 mg. Duindoorns hebben wortelknollen met daarin stikstofbindende bacteriën. Daar vind je nitraatgehalten van 30 tot 80 mg/l: deels een gevolg van natuurlijke processen. Al dit soort kennis heb je nodig om met gezag uitspraken te kunnen doen over het effect van de infiltratie van rivierwater of atmosferische depositie op een ecosysteem."

### Weten we nu alles van het bodemsysteem?

"Oh neen, we zijn bepaald niet uitgestudeerd. Er zijn nieuwe stoffen, nieuwe organische microverontreinigingen, nieuwe bacteriën en virussen. Nieuwe meettechnieken helpen bij hun analyse. We willen het effect van nanodeeltjes weten. Er zijn nog altijd zo'n 20 stoffen in het periodiek systeem waarvan we nauwelijks iets weten. Wat is het lot van diergeneesmiddelen die met mest op maïselden in waterwingebieden worden uitgereden? Wat gebeurt er in het grondwater onder een stad waar de bodemtemperatuur vijf tot tien graden hoger is, in het bijzonder onder asfalt? Wat is de invloed van lekkende riolen en van bodemverontreinigingen uit vroeger tijden? Neen, in ons vakgebied is het vinden van geld moeilijker dan het vinden van onderwerpen van studie."

**Maarten Gast**