Hydrochemie en hydrologie van de duinen; Promotie drs. P. J. Stuyfzand

Op dinsdag 25 mei 1993 promoveerde drs. P. J. Stuyfzand aan de Vrije Universiteit van Amsterdam. Hij verdedigde met verve zijn proefschrift 'Hydrochemistry and Hydrology of the Coastal Dune Area of the Western Netherlands', ten overstaan van een promotiecommissie van de faculteit der aardwetenschappen.
Promotor was prof. dr. G. B. Engelen en copromotor dr. C. A. J. Appelo. Als referenten traden op: prof. dr. G. Matthess van het Geologisch-Paleontologisch Institut in Kiel en dr. W. M. Edmunds van de British Geological Survey.
De heer Stuyfzand begon zijn promotieonderzoek in 1978. Sinds 1981 is hij werkzaam bij KIWA NV Onderzoek en Advies, afdeling Winning en Bodem, in Nieuwegein. Daar heeft hij zijn onderzoek voortgezet en afgerond.
Het zeer fraai uitgevoerde proefschrift bevat in bijna vierhonderd bladzijden, vele figuren, tabellen en kaarten, een integrale beschrijving van de hydrochemie van de kuststrook tussen Camperduin en Monster. Dit gebied is één van de grootste natuurlijke duingebieden in West-Europa en het vervult een essentiële functie voor de drinkwatervoorziening in West-Nederland.
Dat laatste is dan ook de reden dat KIWA (in het kader van het VEWIN-onderzoekprogramma) en de duinwaterbedrijven al vele jaren hydrologisch, hydrochemisch en ecologisch onderzoek uitvoeren in de duinen. Deze onderzoeken, waaraan de heer Stuyfzand een substantiële bijdrage heeft geleverd, zijn integraal verwerkt in het proefschrift. Daardoor is het een standaardwerk geworden, dat zowel binnen als buiten de bedrijfstak een naslagfunctie zal vervullen.
Het proefschrift bevat ook een beschrijving van een algemeen toepasbare methode voor het in kaart brengen van de grondwaterchemie in ingewikkelde gebieden met veel gegevens. Deze methode, de Hydrochemische Facies Analyse HYFA, wordt ook internationaal al veel toegepast en vaak aangeduid als 'de Stuyfzand-classificatie'. Een samenvatting van het proefschrift staat hieronder afgedrukt.

Stelling 11:
Zonder de duinwaterbedrijven waren Hollands kustduinen al lang ten prooi gevallen aan stedelijke bebouwing.

Het proefschrift is te bestellen door overmaking van f 75,– op girorekening 93370 van KIWA Onderzoek en Advies te Nieuwegein, onder vermelding van 'proefschrift Stuyfzand'.

Redt het stuifzand

In het proefschrift 'Hydrochemistry and Hydrology of the coastal Dune area of the Western Netherlands' staat de chemische samenstelling en de stroming van grondwater in de kustduinen en aangrenzende polders van Noord- en Zuid-Holland, tot een diepte van 250 m–NAP centraal. In die ondergrond komen drie soorten zoet grondwater voor, te weten duinwater, polderwater en kunstmatig geïnfiltreerd oppervlaktewater (uit Rijn, Maas of polder), en drie soorten brak tot zout Noordzeewater (herkenbaar aan verschillen in onder andere zoutgehalte en ouderdom). Elk van deze watersoorten kent binnen zijn grenzen weer een verdere chemische zonering, die verband houdt met onder andere variaties in milieuverontreiniging (water ouder dan 100-200 jaar is meestal onverontreinigd), reacties van water met schelpkalk, klei en veen, en de afgelegde afstand ondergronds.
Het studiegebied is gevormd in een milieu waar land en zee elkaar met wisselend succes bevochten. Hierdoor en door menselijke ingrepen als diepe droogmakerijen, polderpeilbeheersing, grondwaterwinning, kunstmatige infiltratie en milieuverontreiniging is een uiterst ingewikkeld ruimtelijk patroon van grondwaterchemie en stroming ontstaan. Dat patroon is met een in het proefschrift beschreven, nieuwe karteertechniek, de zogenaamde HYdrochemische Facies Analyse (HYFA) in beeld gebracht en aan een interpretatie onderworpen. Daarbij worden de waterlichamen (zoals duin- en Rijnwater) geïdentificeerd door combinatie van enkele natuurlijke merkstoffen (zoals chloride, zuurstof-18, bromide en tritium) en, indien nodig, met een chemische vingerafdruk (het unieke totaal van alle opgeloste ionen).
Vervolgens vindt onderverdeling van elk waterlichaam plaats op basis van enkele chemische kengetallen.
De patronen onthullen onder andere dat het drainagewater in de diepe polders een verdere verzilting te wachten staat vooral ten zuiden van het Noordzeekanaal, waar de fossiele, Holocene transgressiewateren (300-8.000 jaar oude Noordzee-overstromingswateren) minder zout zijn en verdrongen zullen worden door het huidige, veel zoutere Noordzeewater. Dit zoutfront rukt ondergronds met een berekende snelheid van 5-30 m/j op, en zal zich binnen enkele eeuwen manifesteren met nadelige gevolgen voor de landbouw. Daarnaast valt het ontstaan van een interessante zoetwater-reserve op in de zuidwest hoek van de Haarlemmermeerpolder nabij Nieuw-Vennep. Zij bestaat uit oud duinwater van uitstekende kwaliteit, ligt goed beschermd onder veen en klei, en vormt een strategische watervoorraad voor de drinkwatervoorziening.

Het duinwater
Het door regenwater gevoede duinwater vertoont de beste kwaliteit zoet grondwater in de regio. Het drijft op Noordzeewater zoals een ijsberg in de oceaan, maar dan in de ondergrond en met een interne circulatie van water. Duingrondwater is uniek door toedoen van (1) de hoge nitraatconcentraties op geringe diepte vooral onder duindoorn, en (2) de sterke toename van het zoutgehalte met afnemende afstand tot de Noordzee en

V.l.n.r. mw. L. Stuyfzand-Manunza, P. J. Stuyfzand en prof. dr. G. B. Engelen.

met toenemende hoogte en dichtheid van de duinbegroeiing. Door grote fluctuaties in de atmosferische deposite van zeezout, dat bij sterke wind van de bruisende Noordzee verstuift, ontstaan herkenbare chloride-banden in het ondiepe duingrondwater, ongeveer zoals jaarringen in bomen. Die banden vormen goede aanknopingspunten voor de bepaling van de nuttige neerslag en de datering van grondwater, waarmee hydrologen hun grondwaterstromingsmodellen kunnen ijken. Ook extremen in de atmosferische depositie van zuurstof-18 en radio-actief tritium konden tot een diepte van 20 meter maaiveld nog herkend worden. Met koolstof-14 werd een maximale ouderdom voor 100 meter diep duinwater bij de westgrens van de Haarlemmermeer van 800 jaar berekend.
Duinwater verzuurt pas nadat vrijwel alle schelpkalk is opgelost door zuur afkomstig van planten (koolzuur en humuszuren) en luchtverontreiniging (zwavel- en salpeterzuur). Verzuring van grondwater is alleen in de bovenste 5-20 meter van de ontkalkte duinen ten noorden van Bergen aan Zee geconstateerd. Op de overgang van zeer zuur (pH=4) naar matig zuur pH=6) kwamen verrassend hoge pieken voor in de concentratie van de sporenelementen beryllium, cadmium, cobalt, lithium, nikkel, rubidium en zink. Deze worden waarschijnlijk gemobiliseerd door een soort chemisch bezem-effect. Vooral beryllium, cadmium en nikkel kunnen daarbij toxische niveaus bereiken. De drinkwatervoorziening put haar water echter van veel grotere diepte, waar deze elementen bijzonder lage, onschadelijke concentraties vertonen. In de van nature kalkrijkere duinen ten zuiden van Bergen aan Zee is de verzuring van duinwater nog beperkt tot de onverzadigde zone (tussen maaiveld en de grondwaterspiegel). De ontkalkingssnelheid van duinzand blijkt daar het hoogst onder duindoorn (circa 14 cm/eeuw) en, in tegenstelling tot veler verwachting, het laagst onder Corsicaanse den (circa 8 cm/eeuw). Zonder stimulering van zandverstuivingen (redt het stuifzand!; stelling 1 P. J. Stuyfzand) staat de kalkrijke duinen binnen enkele eeuwen, althans botanisch gezien, een zure toekomst te wachten!
De historische ontwikkeling van de luchtverontreiniging manifesteert zich in duingrondwater van boven naar beneden door middel van: a. afnemende concentraties van seleen, koper, fluoride, zink, lood, antimoon en vanadium (in volgorde van afnemende indringdiepte) en gechloreerde koolwaterstoffen die aan actieve kool adsorberen; b. een tritiumverloop dat verband houdt met het aantal bovengrondse kernproeven; en c. een verloop van voor zeezout-gecorrigeerd sulfaat, dat gedicteerd wordt door de uitstoot in West-Europa van zwaveldioxyde.
In diep duinwater dat na honderden jaren de ondergrond van de droogmakerijen binnenstroomt en daar brak Noordzeewater verdringt, komen zeer hoge concentraties fluoride (tot 1,2 mg/l, goed voor de tanden!) en fosfaat (tot 26 mg/l; draagt bij aan de algengroei in de kwelsloten in de polders) voor.

De kunstmatige infiltratie
De duinen worden op grote schaal kunstmatig aangevuld met polder-, Rijn- en Maaswater sinds of na 1955. Dat gebeurt ter bereiding van drinkwater voor West-Nederland, dat zo'n grote behoefte heeft dat alleen duindwater daar onmogelijk in kan voorzien.
De ondergrondse verspreiding van deze oppervlaktewateren is in het algemeen nog beperkt tot de nabije omgeving van de infiltratiegebieden en tot een diepte van 20-40 m-NAP doorgedrongen. Alleen in het infiltratiegebied Scheveningen zit het al dieper (tot circa 80 m-NAP) en is het ook lateraal verder doorgedrongen. De vorming van duinwaterlenzen op zijdelings afstromend Rijnwater kon duidelijk worden aangetoond.
Van de opgeloste stoffen zijn er maar enkele die zich (bijna) even snel als het water verplaatsen (chloride, sulfaat, bromide). De overgrote meerderheid loopt vertraging op door wisselwerking met de ondergrond (de positief geladen ionen, zware metalen) of wordt omgezet dan wel afgebroken (nitraat, organische microverontreinigingen). Voor diverse ionen zijn de vertragingsfactoren voor duinzand bepaald.
Natte duinvalleien in door kunstmatige infiltratie beïnvloede gebieden zullen waarschijnlijk niet tot hun oorspronkelijke voedselarme toestand van weleer terugkeren door louter verdere voorzuivering van het infiltratiewater en het ruimen van bodemslib uit infiltratie- en kwelplassen. Ook het grondwaterverhang moet verkleind worden ter vermindering van de toevoersnelheid van voedingsstoffen en de diepte van de kwelstroom. Een grote diepte van de kwelstroom brengt namelijk hoge concentraties nutriënten, die van nature uit diepere grondlagen oplossen, met zich mee.

Commissie voor kwaliteitseisen van waterleidingartikelen

Publikatie ter kritiek

- Ontwerp-Beoordelingsrichtlijn K 532/02 'Glasvezelversterkte epoxy leidingsystemen met gewikkelde buizen al of niet verontreinigde grond'.