

through pedal soils. I: Unsaturated flow. Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 419-423.

Biggar, J. W. and Nielsen, D. R. (1967). *Miscible displacement and leaching phenomenon. Irrigation of agriculture land.* Agronomy 11, ASA madison, Wisconsin, 254-274.

Blanken, M. G. M. den (1979). *Hydrologische beschouwing over de beschermende werking van afdekkende lagen met het oog op de grondwaterkwaliiteit.* KIWA rapport SWE 223.

Bouma, J., Belmans, C., Dekker, L. W. and Jeurissen, W. J. M. (1983). *Assessing the suitability of soils with macropores for subsurface liquid waste disposal.* J. of Envir. Qual. 12 (3).

Commissie Bescherming Waterwingebieden (1980). *Richilijnen en aanbevelingen voor de bescherming van waterwingebieden.* VEWIN/RID rapport.

Day, P. R. and Forsythe, W. M. (1957). *Hydronamic dispersion of solutes in the soil moisture stream.* Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21: 477-480.

Drecht, G. van (1982). *Simulatie van het verticale, niet-stationaire transport van water en een daarin opgeloste stof in de grond (model ONZAT).* RID-mededeling (in voorbereiding).

Drecht, G. van (1983). *Verblijftijden in de onverzadigde zone.* RID-rapport in het kader van de kwetsbaarheidskartering van Nederland (in voorbereiding).

Laat, P. J. M. de (1980). *Model for unsaturated flow above a shallow water-table applied to a regional sub-surface flow problem.* Agric. Res. Rep. 895, Wageningen.

Lanen, H. A. J. van (1983). *Globale verblijftijden in de onverzadigde zone van de Utrechtse Heuvelrug.* RID-rapport.

Meinardi, C. R. (1983). *Groundwater recharge in the Rhine fluvial plain.* Zeitschrift Deutsche Geologische Gesellschaft; Hydrogeologische Beitrage, 8 (in voorbereiding).

Tyler, D. D. and Thomas, G. W. (1981). *Chloride movement in undisturbed soil columns.* Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 459-461.

Wauters, F. (1980). *Experimentele studie van de stroming van een pollutant in een kunstmatige zandbodem.* Afstudeerwerk, Faculteit der Toegepaste Wetenschappen, Vrije Universiteit Brussel.



De grondradar is inzetbaar op moeilijk toegankelijke terreinen zoals bijvoorbeeld deze inmiddels beplante stortplaats. Heidemij Adviesbureau BV te Arnhem.



## Bodemonderzoek nu ook met radar

Heidemij Adviesbureau te Arnhem heeft de diverse gebruiksmogelijkheden van grondradar onderzocht en toegepast. De ervaringen zijn positief, zowel met het traceren van kabels en leidingen alsook bij het opsporen van vaten chemisch afval. Het voordeel van de grondradar is, dat er in raaien een continu-beeld van de ondergrond kan worden verkregen.

Het principe van deze onderzoeksmethode berust op het radarsonde uitzenden en terugontvangen van signalen. Elementen met verschillende structuren reflecteren elk op een andere wijze. Deze variaties in reflecties kunnen worden geregistreerd door middel van een tape, een oscilloscoop of in een continu-beeld worden vastgelegd met een printer. Deze registratie dient daarna te worden geïnterpreteerd.

Hoewel de grondradar door zijn grote mobiliteit en beperkte omvang gemakkelijk en snel inzetbaar is, moet het terrein voor een kleine trekker en/of een bestelbus berijdbaar zijn.

De grondradar kan voor meerdere doeleinden worden gebruikt:

**Kabels en leidingen:** indien door onvoldoende registratie de ligging van kabels en leidingen niet nauwkeurig genoeg bekend is, kan met de grondradar een exacte plaatsbepaling worden aangegeven.

Dit is onder andere gebleken bij het opsporen van kabels in de nabijheid van een te heien damwand.

**Bodemonderzoek:** indien het vermoeden bestaat, dat op een locatie illegale stortingen hebben plaatsgevonden met bijvoorbeeld vaten, al dan niet gevuld met chemisch afval, komt de vraag naar voren op welke wijze deze vaten zo efficiënt mogelijk kunnen worden opgespoord en verwijderd. Toepassing van grondradar kan in een aantal gevallen gerichte sanering mogelijk maken. De methode is inmiddels ingezet op een stortplaats van bouw- en sloopafval waar volgens mededeling meer dan 1.000 vaten werden gestort.

## INGEZONDEN

### Reactie op: 'Hydrologische effecten van verschillende typen grondwateronttrekkingen in relatie tot de winbare hoeveelheid grondwater'

Al sinds het droge jaar 1976, toen er door de landbouw enorme hoeveelheden grondwater voor beregening zijn gewonnen, vindt er een discussie plaats naar de invloed van grondwateronttrekking voor beregening op de winningsmogelijkheden van grondwater voor de drink- en industriewatervoorziening. Van der Giessen voegt aan deze discussie een waardevolle bouwsteen toe (H<sub>2</sub>O (16), 1983, pag. 534-537). Hij komt op grond van hydrologisch modelonderzoek in het modelgebied 'Het Klooster' (Geld.) tot de conclusie dat onafhankelijk van het type grondwateronttrekking, winning van eenzelfde hoeveelheid grondwater op jaarbasis leidt tot ongeveer dezelfde grootte van de maximale gebiedsgemiddelde verlaging van het freatische vlak. Dit impliceert dat grondwaterwinning voor beregening in de landbouw (niet-permanente en verspreide grondwateronttrekking) tot dezelfde maximale gebiedsgemiddelde verlaging leidt als grondwaterwinning door waterleidingbedrijven (permanente en geconcentreerde grondwateronttrekking), mits uiteraard op jaarbasis evenveel wordt onttrokken.

Gebaseerd op het vastgestelde feit dat de maximale gebiedsgemiddelde verlaging van het freatische vlak onafhankelijk is van het onttrekkingstype stelt Van der Giessen dat sommatie van de hoeveelheden benodigd grondwater in de sectoren drink- en industriewatervoorziening en landbouw ter vergelijking met de raming van de winbare hoeveelheid grondwater per regio in dit stadium als een redelijke maatstaf kan worden beschouwd om vanuit landelijk gezichtspunt een indicatie te verkrijgen van die gebieden waar met betrekking tot de grondwaterwinning problemen zijn te verwachten.

Bij de conclusies van Van der Giessen moet

het volgende worden aangetekend:

– de maximale gemiddelde gebiedsverlaging ten gevolge van grondwateronttrekking voor beregening is niet overal in Nederland praktisch gelijk aan die ten gevolge van grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf. In het proefgebied Sleen (Drenthe) bedraagt de maximale gemiddelde gebiedsverlaging ten gevolge van grondwateronttrekking door een waterleidingbedrijf slechts 30 à 40% van die ten gevolge van grondwaterwinning door beregening, indien op jaarbasis dezelfde hoeveelheid wordt onttrokken;

– de met een hydrologisch model berekende maximale gemiddelde gebiedsverlaging is in gebieden met een beperkte oppervlakte, zoals 'Het Klooster', afhankelijk van de wijze waarop men het model toepast. De verlaging dient in de vorm van een marge te worden gepresenteerd. Het trekken van conclusies alleen op grond van de ondergrens van de marge, zonder dat men de grootte ervan kent is niet correct, te meer omdat de marge, afhankelijk van het gebied en de situering van de grondwateronttrekking(en), behoorlijk kan verschillen tussen verschillende wijzen van grondwaterwinning;

– grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf onder een slecht waterdoorlatende laag (Van der Giessen, geval I) leidt veelal niet tot een verlaging van het freatische vlak die in ruimtelijk opzicht een grote overeenkomst vertoont met de gelijkmatig over het gebied verspreide verlaging door landbouwonttrekkingen;

– de bruikbaarheid van de maximale gemiddelde gebiedsverlaging voor het inschatten van de effecten op de landbouw en de natuur is onduidelijk. Momenteel is nog onbekend welke invloed het vooraf middelen van grondwaterstandsverlagingen in een groot aantal punten heeft op de te schatten afname van de gebiedsverdamping. Met de afname van de verdamping hangen de effecten op landbouw en natuur nauw samen. Verder blijkt de afname van de verdamping soms sterk samen te hangen met het verloop van de verlaging, zodat alleen de maximale waarde van de verlaging te weinig informatie geeft.

Op grond van de bovenvermelde kanttekeningen, die binnenkort in een artikel zullen worden onderbouwd, is het voorbarig te stellen dat de effecten op de landbouw, natuur en het milieu ten gevolge van de onttrekking van een bepaalde hoeveelheid grondwater praktisch hetzelfde zijn ongeacht het onttrekkingstype. Het is derhalve in dit stadium onjuist, ook niet op landelijke schaal, om de voor de drink- en industriewatervoorziening geraamde winbare hoeveelheid grondwater voor de vraag naar grondwater voor beregening bij te stellen uitgaande van een simpele aftreksom die uitsluitend is

gebaseerd op onttrekkingshoeveelheden.

De vraag op welke wijze de winbare hoeveelheid grondwater, voor de drink- en industriewatervoorziening dan wèl moeten worden bijgesteld kan pas worden beantwoord nadat een verder (diepgaand) onderzoek is uitgevoerd. De eerste fase van dit onderzoek, dat in opdracht van de Directie Drinkwatervoorziening van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer wordt uitgevoerd, is vrij recent gestart. Het onderzoek wordt uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening in nauwe samenwerking met de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat. Ir. H. A. J. van Lanen RID

## Repliek

1. In mijn artikel is alleen voor het onderzoeksgebied 't Klooster' beweerd dat de maximale gemiddelde gebiedsverlaging van het freatisch vlak ten gevolge van grondwateronttrekking voor beregening bij benadering gelijk is aan die ten gevolge van een op jaarbasis even grote grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf.

In hoofdstuk 3 van het artikel is voor het algemene geval juist gesteld dat de maximale gemiddelde gebiedsverlaging van het freatisch vlak door de in de zomer geconcentreerde winning voor de landbouw minstens van dezelfde grootte-orde en wellicht groter is dan de verlaging door de drinkwaterwinning. Zo'n voorbeeld van het laatste geval doet zich kennelijk voor in het proefgebied Sleen (Drenthe). Juist door in een dergelijke situatie de agrarische onttrekking simpel bij de drinkwateronttrekking op te tellen wordt bij een overschrijden van de winbare hoeveelheid zeker terecht geconcludeerd dat er problemen met betrekking tot de grondwaterwinning te verwachten zijn, want in feite veroorzaken agrarische onttrekkingen dan zelfs grotere verlagingen dan qua grootte overeenkomstige drinkwateronttrekkingen. Het voorbeeld van Van Lanen versterkt in hoge mate de strekking van mijn betoog.

2. Ook als de bovengrens van de marge voor 't Klooster' in de berekeningen wordt betrokken, ondergaan de getrokken conclusies geen wijziging van betekenis.

De maximale gemiddelde gebiedsverlaging zal zich door agrarische onttrekkingen globaal tussen 15 en 20 cm bevinden (geval C uit tabel I) en zal ten gevolge van een op jaarbasis even grote drinkwateronttrekking tussen circa 17 en 21 cm liggen (geval A uit tabel I). Beide typen grondwateronttrekkingen leiden dus tot ongeveer dezelfde grootte van de maximale gemiddelde gebiedsverlaging van het freatisch vlak.

3. Grondwaterwinning van een waterleidingbedrijf uit een diep watervoerend

pakket onder een vrij dikke afdekkende laag leidt veelal tot een sterke vervlaking van het trechtervormige verloop van de freatische verlaging. Derhalve zal er in ruimtelijk opzicht een vrij grote overeenkomst zijn met de gelijkmatig over het gebied verspreide verlaging door landbouwonttrekkingen.

4. Over de mate van bruikbaarheid van de maximale gemiddelde gebiedsverlaging voor het in concreto inschatten van effecten op de landbouw en de natuur wordt in het artikel geen uitspraak gedaan, en dus evenmin over het feit of deze effecten bij verschillende onttrekkingstypen praktisch hetzelfde zijn.

5. Een eventuele bijstelling van de voor de drink- en industriewatervoorziening geraamde winbare hoeveelheid grondwater komt in het artikel helemaal nog niet ter sprake. De gesignaleerde onzekerheden zetten overigens vraagtekens bij de onderbouwing van de raming van de winbare hoeveelheid grondwater in het Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening. Zoals Van Lanen dan ook terecht constateert is voor de bijstelling hiervan verder (diepgaand) onderzoek nodig.

6. De ad 4. en 5. aan de orde komende zaken dienen overigens op regionale schaal te worden onderzocht. In mijn artikel wordt al geconcludeerd dat juist voor beschouwingen op dit niveau de beschreven simpele aanpak (optelling onttrekkingshoeveelheden) ontoereikend is en een meer verfijnde benadering noodzakelijk is om beter rekening te kunnen houden met specifieke locaties waar bepaalde belangen zoals landbouw en natuur en milieu een rol spelen.

7. De in mijn artikel beschreven methode (optelling sectorale behoeften en vergelijking met de winbare hoeveelheid grondwater) wordt dan ook alleen gekwalificeerd als een in dit stadium – gelet ook op de wijze waarop de winbare hoeveelheid grondwater is bepaald – redelijke benadering om vanuit landelijk gezichtspunt een indicatie te verkrijgen van mogelijke probleemgebieden met betrekking tot grondwaterwinning.

8. Uiteraard verdient het met het oog op de toekomst aanbeveling na te gaan in hoeverre de voor de drink- en industriewatervoorziening winbare hoeveelheid grondwater moet worden bijgesteld, mede in relatie tot de grondwateronttrekkingen voor beregening. Het is dan ook alleszins verheugend dat de eerste fase van dit onderzoek vrij recent is gestart en door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening in nauwe samenwerking met de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat wordt uitgevoerd. Derhalve is het zeker niet uitgesloten dat een volgend artikel over deze problematiek door ons beiden zal worden geredigeerd.

Drs. A. van der Giessen  
Rijkswaterstaat, Directie Wat. en Wat.