

Zijn er verschillen in de effecten van grondwaterwinning voor beregening en voor drinkwatervoorziening?

Al jarenlang wordt er in Nederland gediscussieerd over de vraag in hoeverre de hydrologische effecten van grondwaterwinning voor beregening in de landbouw verschillen van de effecten van grondwateronttrekking door een waterleidingbedrijf. Het zijn immers de effecten die de toelaatbare onttrekkingsgrootte bepalen. Uit een modelstudie blijkt dat de afpompskegel in het geval van beregening veel vlakker is dan bij onttrekking door een waterleidingbedrijf. Wel is deze vlakke kegel uitgestrekter (veel, verspreidliggende putten versus concentratie

Korte beschrijving van het proefgebied Sleen en het model GELGAM

Het hydrologische proefgebied Sleen ligt ten westen van Emmen in de provincie Drenthe. Ten behoeve van het onderzoek met het model GELGAM is alleen het oostvak van dit proefgebied (ca. 4.200 ha) in model gebracht (afb. 1). Het landschap van dit proefgebied is karakteristiek voor het Drents Plateau en kenmerkt zich door het afwisselend voorkomen van ruggen in het landschap met daartussen lager gelegen dalen. Zo worden de oostelijke en westelijke begrenzing van het oostvak gevormd door een hoger gelegen rug (resp. de Hondsrug en de Rug van Rolde) met daartussen het dal van de Sleanerstream. Verder treft men in het oosten van het proefgebied het ten behoeve van het turftransport gegraven Oranjekanaal aan. De landschappelijke opbouw van het proefgebied Sleen vindt men terug in de bodemgesteldheid en het

bodemgebruik. In het laaggelegen beekdal, dat vrijwel uitsluitend als grasland in gebruik is, treft men veen- en beekerdgronden aan met relatief ondiepe grondwaterstanden. Op de hogere ruggen waar men een afwisseling van akkerbouw, grasland en bossen aantreft, hebben zich voornamelijk podzolgronden ontwikkeld met relatief diepe grondwaterstanden (in het westen: 2 à 3 m -m.v. en oosten: plaatselijk > 5 m -m.v.). De laaggelegen gronden worden intensief ontwaterd door buizendrainage en een stelsel van sloten. Op de hogere gronden treft men praktisch geen oppervlaktewater-stelsel aan. De ondergrond van het proefgebied Sleen kan men in geologische zin schematiseren tot twee watervoerende pakketten waartussen plaatselijk een laag aanwezig is met een geringe hydraulische weerstand. Het onderste watervoerende pakket is goed waterdoorlatend (kD: 1.500 à 3.000 m²/dag), terwijl het bovenste pakket slechts een



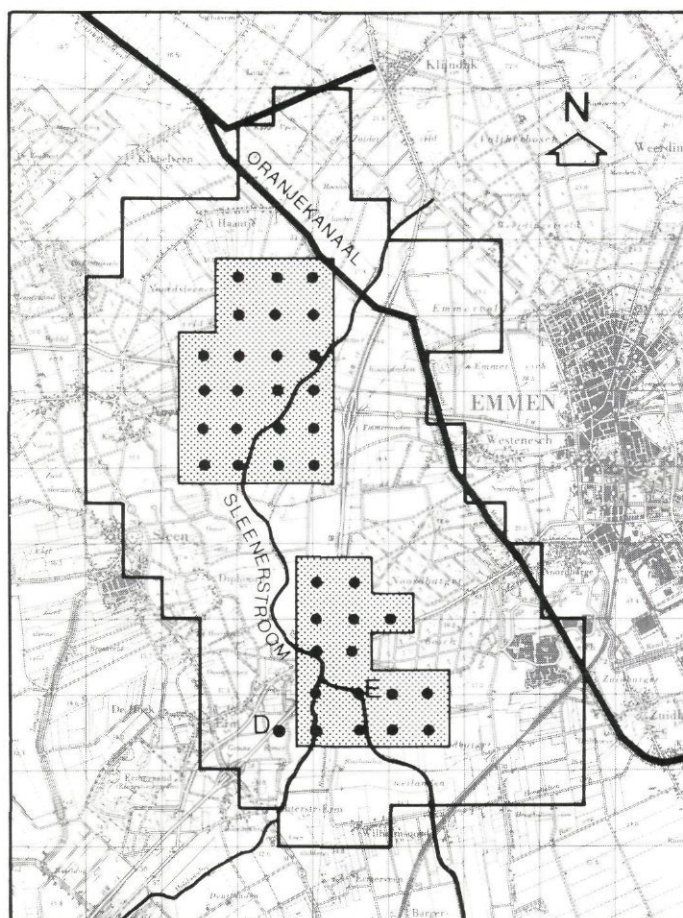
H. A. J. VAN LANEN
Laboratorium voor Bodem-
en Grondwateronderzoek,
Rijksinstituut voor Volks-
gezondheid en Milieuhygiëne*

op een puttenveld). Daarnaast is de afpompskegel ten gevolge van beregening veel meer seizoen- en jaargebonden dan die van een waterleidingbedrijf (niet-permanente versus een permanente onttrekking). Een groot deel van het grondwater dat voor beregening wordt gewonnen blijkt niet te verdampen maar blijft binnen het gebied en komt met enkele maanden vertraging weer in het grondwater terecht. Dit leidt tot een grotere vraag naar grondwater dan men in in eerste instantie zou verwachten op grond van de grootte van het bodemvochttekort zonder beregening. Hetzelfde geldt voor de hydrologische effecten. Door het teveel aan water dat wordt toegediend treedt er in de beregende gebieden een grotere doorspoeling van de onverzadigde zone op, hetgeen weer nadelige gevolgen kan hebben voor het milieu. De kans op de uitspoeling van meststoffen en bestrijdingsmiddelen neemt door de grotere uitspoeling toe. Onder bepaalde omstandigheden kan beregening uit het grondwater in het winterhalfjaar zelfs leiden tot een verhoging van de grondwaterstand.

De effecten van beregening uit het grondwater blijken dus wel degelijk te verschillen van grondwateronttrekking door een waterleidingbedrijf, ook al wordt eenzelfde hoeveelheid grondwater gewonnen. Het uitgangspunt dat de effecten wel gelijk zijn zoals voor sommige beleidsanalyses wordt gehanteerd, blijkt dus op zijn minst aanvechtbaar te zijn.

In dit artikel zal worden aangegeven hoe tot bovengenoemde constatering is gekomen. Allereerst zal daartoe een korte beschrijving worden gegeven van het proefgebied Sleen (Drenthe), waar het onderzoek is uitgevoerd, en van het model GELGAM dat is gebruikt.

Afb. 1 - Ligging en schematische (model)begrenzing van het oostvak van het proefgebied Sleen.



LEGENDA



oppervlakte die mag worden behandeld



lokatie grondwaterwinning, waar eventueel water wordt onttrokken voor beregening

* Thans Stichting voor Bodemkartering.

bepikt doorlaatvermogen heeft (kD: 50 à 150 m²/dag). Het ondiepe pakket wordt veelal afgedekt door keileem (hogere ruggen) of beekleem (beekdal). Daarboven treft men over het algemeen een dun dekzandpakket aan waarin zich freatisch grondwater bevindt. Om inzicht te krijgen in onder meer de hydrologische effecten van verschillende typen grondwateronttrekking is het model GELGAM in het oostvak van het proefgebied toegepast. Het model GELGAM, dat ontwikkeld is in het kader van de activiteiten van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, is een hydrologisch model dat op een geïntegreerde wijze de verdamping, de onverzadigde en de verzadigde grondwaterstroming beschrijft als functie van de plaats en de tijd [De Laat, 1980 en Kovar, 1981].

In het kader van het onderzoek in het proefgebied Sleen zijn de volgende wijzigingen in het model GELGAM aangebracht:

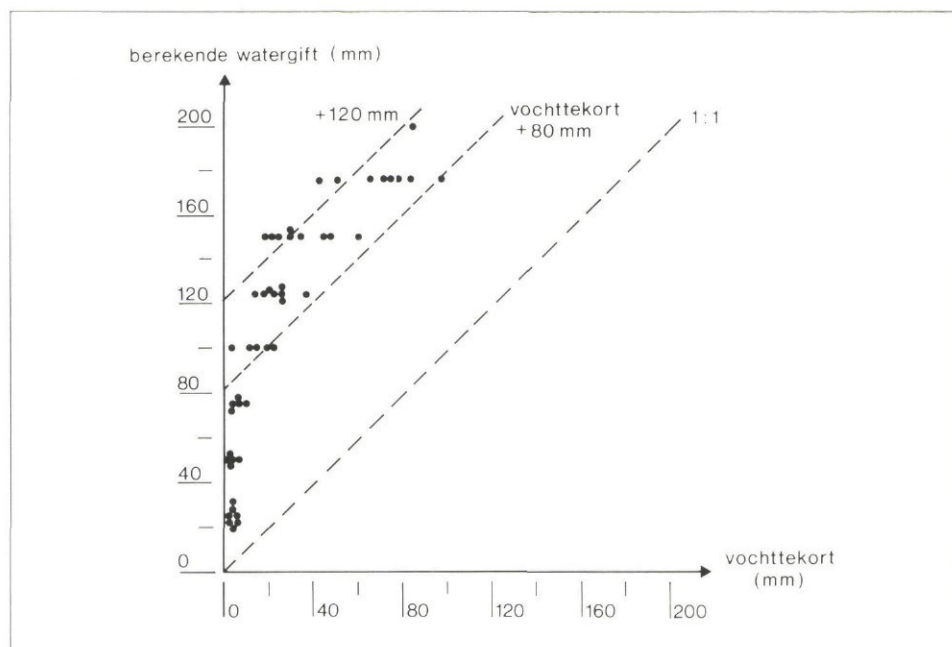
- het concept van Rijtema voor de berekening van de potentiële verdamping is bijgesteld door de introductie van een basis-stomatale weerstand;
- de potentiële verdamping kan in plaats van alleen berekend te worden aan de hand van meteorologische gegevens ook direct worden ingelezen. Van deze optie is gebruik gemaakt voor het berekenen van de hydrologische effecten, die in dit artikel worden gepresenteerd. De ingevoerde potentiële verdamping is afgeleid uit de open waterverdamping en gewasfactoren;
- de invloed van de randvoorwaarden van een eventueel te klein modelgebied op de berekende hydrologische effecten kan door een aanpassing eenvoudiger worden vastgesteld;
- er is een beregeningsdeelmodel aan het model GELGAM toegevoegd. Dit deelmodel simuleert in van te voren opgegeven gebieden beregening uit het grondwater (afb. 1). Elke tijdstap (duur: 10 dagen) gedurende het zomerhalfjaar wordt gecontroleerd of de wortelzone in een of meerdere punten in de betreffende gebieden verder is uitgedroogd dan een pF-waarde van 2,7. Wanneer dit het geval is dan wordt in deze punten grondwater onttrokken en wordt er nog in dezelfde tijdstap berekend (1 onttrekkingspunt is representatief voor 25 ha). Voor het onderzoek in Sleen is gekozen voor een watergift van 25 mm per stijdstap en een iets grotere onttrekking (30 mm) in verband met verliezen die optreden. Vooraf kan men dus niet zeggen hoeveel grondwater er gewonnen gaat worden in een bepaald zomerhalfjaar. Voor een uitgebreide beschrijving van de aanpassingen van het model GELGAM wordt verwezen naar Van Lanen [1983a t/m c]. Een beschrijving van het proefgebied Sleen, de toegepaste modelschematisering en

de invoergegevens kan men vinden in Van Drecht e.a. [1981].

Opzet van de berekeningen

Het aangepaste model GELGAM is onder meer gebruikt om de hydrologische effecten van beregening uit het grondwater te voorspellen. Deze effecten zijn voorspeld voor een klimatologisch normaal zomerhalfjaar (1977) en een 10% droog zomerhalfjaar. De primaire doelstelling van dit onderzoek was om inzicht te krijgen in de grootte van de waterbehoefte, de grondwaterstandsverlaging alsmede het verloop daarvan in de tijd, de afname van de verdamping op de niet-beregende gronden en de beïnvloeding van de waterbalans ten gevolge van intensieve beregening uit het grondwater [Van Lanen, 1983c]. Met intensief wordt bedoeld het voor Drenthe hoge percentage potentieel te beregenen gronden, namelijk ca. 20% van de

heden men introduceert door de toepassing van dit type modellen die veelal in de praktijk worden gebruikt [Van Lanen, 1983b]. Bij de analyse van de resultaten van beide deelonderzoeken bleek dat bij toeval de hoeveelheid grondwater die voor beregening in een 10% droog zomerhalfjaar was onttrokken (ca. 1,1 miljoen m³) praktisch gelijk te zijn aan de hoeveelheid die door het waterleidingbedrijf gedurende dezelfde periode was gewonnen (1,0 miljoen m³). De onttrekkingshoeveelheid voor beregening wordt immers door het model berekend en is derhalve vooraf onbekend. Het praktisch gelijk zijn van de onttrokken hoeveelheid grondwater opende de mogelijkheid om voor een droog zomerhalfjaar de effecten van beide verschillende typen winningen te vergelijken. Voor de duidelijkheid moet hier worden vermeld dat op jaarbasis door het waterleidingbedrijf tweemaal zoveel wordt onttrokken dan voor beregening.



Afb. 2 - Het met GELGAM berekende vochtttekort zonder beregening en de berekende grootte van de watergift.

oppervlakte tegen ca. 3% in de huidige situatie in dit deel van Drenthe. Parallel aan het deelonderzoek naar de effecten van beregening is het model GELGAM ook toegepast om de effecten van een fictieve grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf (permanente en geconcentreerde onttrekking) te bepalen. Deze onttrekking is in het noorden van het gebied gesitueerd (afb. 5) waar het gehele jaar met een constant debiet grondwater wordt gewonnen. Op jaarbasis wordt er 2 miljoen m³ grondwater onttrokken. Dit deelonderzoek had tot doel de resultaten van het geavanceerde model GELGAM te vergelijken met eenvoudigere modellen om een inzicht te verkrijgen welke onbetrouwbaar-

Resultaten

Achtereenvolgens zal worden ingegaan op de berekende waterbehoefte voor beregening, de invloed van grondwaterwinning op de waterbalans en de veranderingen van de grondwaterstand.

Waterbehoefte voor beregening

De waterbehoefte voor beregening wordt door het model GELGAM zelf berekend aan de hand van de uitdrogingsgraad van de bovengrond. Zo is met het model berekend dat in het klimatologische normale zomerhalfjaar van 1977 ca. 40 mm wordt toegediend in de gebieden waar mocht worden beregend en in het 10% droge zomerhalfjaar ca. 125 mm. In eerste instantie

zou men verwachten dat de berekende watergift niet veel zal afwijken van het bodemvochtttekort zonder berekening (oorspronkelijke bodemvochtttekort). Indien er in de situatie met berekening namelijk een bodemvochtttekort dreigt te ontstaan (bij een pF-waarde $> 2,7$ start de reductie van de potentiële verdamping) wordt er ook begonnen met berekenen. Uit een vergelijking voor het 10% droge zomerhalfjaar van de grootte van het oorspronkelijke bodemvochtttekort en de watergift voor elk van de afzonderlijke punten die mochten worden berekend blijkt echter dat er een groot verschil bestaat tussen beide grootheden. De berekende watergift blijkt aanzienlijk hoger te liggen dan het oorspronkelijke vochtttekort (afb. 2). Enkele oorzaken voor dit grote verschil zijn:

- het niet benutten in de situatie met berekening van de hoeveelheid bodemvocht in de wortelzone dat boven de pF-waarde van 2,7 aanwezig is;
- de geringere capillaire opstijging door het kleiner worden van de drukhoogtegradiënt hetgeen weer het gevolg is van de bevochtiging van de wortelzone door berekening;
- de beperkte vocht opnamecapaciteit van de wortelzone. In vele gevallen kan niet de gehele berekeningssgift in de wortelzone worden geborgen.

Voor een uitgebreidere beschrijving van het verschil tussen het oorspronkelijke bodemvochtttekort en de watergift wordt verwezen naar Van Lanen [1983c].

Invloed op de waterbalans

Grondwaterwinning betekent een ingreep in een bestaand hydrologisch evenwicht en zal gecompenseerd moeten worden door veranderingen in andere waterbalansposten op een zodanige wijze dat een nieuw evenwicht ontstaat. In zijn algemeenheid zal grondwaterwinning in een gebied worden gecompenseerd door een afname van de verdamping, een afname van de oppervlaktewater-afvoer of een toename van de infiltratie en (tijdelijk) een afname van de grondwaterberging. Indien men deze veranderingen met een hydrologisch model wil bepalen en men kiest het modelgebied te klein, hetgeen in feite moet worden vermeden, dan komt er nog een waterbalanspost bij, namelijk de verandering van de grondwaterstroming over de rand van het modelgebied. Deze post wordt overigens in het gebied buiten het modelgebied weer door dezelfde drie eerdergenoemde waterbalansposten gecompenseerd. Een probleem bij een te klein modelgebied is dat men in afhankelijkheid van de keuze van het type randvoorwaarde de verandering van de grondwaterstroming over de rand van het modelgebied of onderschat of overschat. Dit probleem doet zich ook bij het proefgebied Sleen voor. Indien men de stijghoogte van de oorspronkelijke situatie

als randvoorwaarde kiest voor de berekening van de situatie met ingreep dan wordt de afname van de grondwaterstroming over de rand overschat en de hydrologische effecten ten gevolge van de ingreep worden onderschat (minimum-effect). Het tegenovergestelde gebeurt als men de grondwaterstroming over de rand van het modelgebied als randvoorwaarde kiest. In dat geval neemt men dus aan dat er geen verandering in de stroming over de rand optreedt. Bij een klein modelgebied is die aanname niet correct zodat de hydrologische effecten worden overschat (maximum-effect). In het kader van het onderzoek Sleen is het model GELGAM aangepast zodat op eenvoudige wijze met beide typen randvoorwaarden kon worden gewerkt en derhalve het minimum en maximum-effect kon worden vastgesteld [Van Lanen, 1983b en c]. Voor de eenvoud worden in dit artikel alleen maar de resultaten gepresenteerd van de berekeningen waarbij de stijghoogten zonder grondwateronttrekking als randvoorwaarde zijn gebruikt. Dit impliceert dus dat gepresenteerde effecten in dit opzicht minimum-effecten zijn. Op de conclusies heeft de keuze echter geen invloed.

De invloed op de waterbalans van grondwaterwinning ten behoeve van berekening enerzijds en de drinkwatervoorziening anderzijds zal eerst worden toegelicht aan de hand van wijzigingen in de gebiedswaterbalans van de onverzadigde zone van de bodem en vervolgens aan de hand van de waterbalans van de verzadigde zone. Grondwaterwinning voor berekening heeft een totaal andere invloed op de gebiedswaterbalans van de onverzadigde zone dan de onttrekking door een waterleidingbedrijf (tabel I). Het aan de verzadigde zone van de bodem onttrokken water voor berekening wordt in een beperkt deel van het gebied weer aan de onverzadigde zone toegediend (toename neerslag) terwijl het water dat door een waterleidingbedrijf wordt onttrokken veelal naar buiten het invloedsgebied wordt getransporteerd. Het water dat door middel van kunstmatige berekening aan de onverzadigde zone wordt toegediend wordt maar voor een beperkt deel gebruikt voor het feitelijke doel, namelijk de toename van de

TABEL I – Verandering van de waterbalans van de onverzadigde zone als gevolg van grondwateronttrekkingen in een 10% droog zomerhalfjaar.

Waterbalanspost	Berekening		Waterleidingbedrijf	
	mm	%	mm	%
– toename neerslag	24,0	94 ¹	0	0
– afname verdamping	–5,9	–23	1,2	5
– afname grondwaterberging	–7,1	–28	2,4	10
– toename grondwateraanvulling	11,0	43	3,6	15

¹ percentage van de onttrekkingshoeveelheid.

TABEL II – Verandering van de waterbalans van de verzadigde zone als gevolg van grondwateronttrekkingen in een 10% droog zomerhalfjaar.

Waterbalanspost	Berekening		Waterleidingbedrijf	
	mm	%	mm	%
– toename grondwateraanvulling	11,0	43	3,6	25
– afname oppervlaktewaterafvoer c.q. toename infiltratie	8,1	32	13,8	59
– afname grondwaterstroming over de rand	6,5	25	6,0	26
– grondwateronttrekking	25,6	100	23,4	100

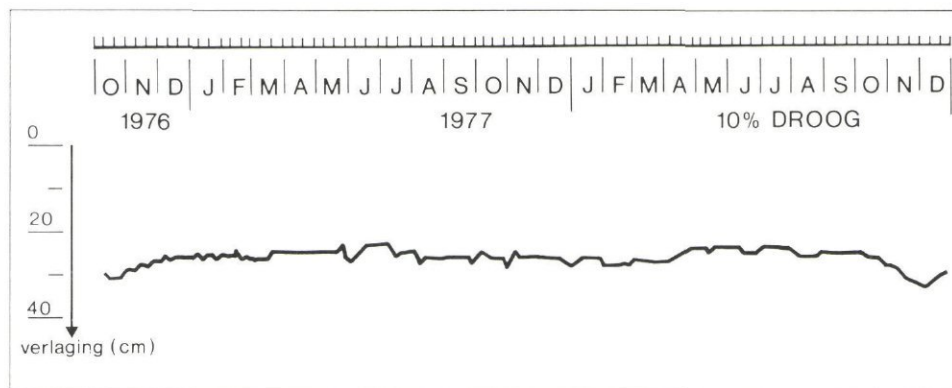
verdamping (in dit voorbeeld $\frac{1}{4}$ deel, van het toegediende water). De rest van het toegediende water wordt tijdelijk in de onverzadigde zone geborgen (28%) of vult het grondwater weer aan (43%). De verhouding tussen het in de onverzadigde zone geborgen water en de grondwateraanvulling is tijdgebonden. Vlak na de start van de berekening wordt in de in dit gebied voorkomende zandgronden praktisch al het toegediende water in de onverzadigde zone opgeslagen en de toename van de grondwateraanvulling is verwaarloosbaar klein. Dit beeld blijft in grote lijnen aanwezig tot aan het einde van het zomerhalfjaar. Vanaf dat tijdstip, wanneer er een neerslagoverschot ontstaat, zal het extra geborgen vocht naar de verzadigde zone stromen (toename grondwateraanvulling). Aan het einde van het winterhalfjaar zal vrijwel al het extra geborgen bodemvocht weer in de verzadigde zone terecht zijn gekomen (voor dit voorbeeld ca. $\frac{3}{4}$ deel van het opgepompte water). Uit het feit dat een groot deel van het grondwater 'rondgepompt' wordt mag men nog niet concluderen dat deze hoeveelheid bij het vaststellen van de waterbehoefte of de winningsmogelijkheden niet behoeft te worden verdisconteerd. Het water wordt namelijk tijdelijk aan de verzadigde zone onttrokken en opgeslagen in de onverzadigde zone (enkele maanden). Dit veroorzaakt verlagingen die met name buiten de gebieden waar wordt berekend nadelige gevolgen kunnen veroorzaken [Van Lanen, 1983d]. Ook dient men zich te realiseren dat het te onttrekken water meestal uit een ander watervoerend pakket komt, met veelal een andere chemische samenstelling, dan het pakket waarin het later weer infiltreert. Verder treedt er in de beregende gebieden een extra uitspoeling van meststoffen en eventueel bestrijdingsmiddelen op. Het teveel toegediende water kan dus de kwaliteit van het grondwater beïnvloeden. Uit tabel I kan men verder afleiden dat grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf een afname van de verdamping tot gevolg heeft, terwijl de onttrekking voor berekening in een toename van de

verdamping resulteert. Een toename van de verdamping ten gevolge van beregening treedt echter alleen maar op in de beregende gebieden (afb. 1). Daarbuiten treedt als gevolg van de grondwaterstandsval een afname van de verdamping en derhalve ook van de gewasproductie op. De afname is in dit gebied echter zeer beperkt, hetgeen samenhangt met de lokale bodemgesteldheid en grondwaterstanden [Van Lanen, 1983c]. Uit de verandering van de waterbalans van de verzadigde zone (tabel II) kan men afleiden dat de grondwaterwinning door een waterleidingbedrijf een groter beroep doet op de afname van de oppervlaktewater-afvoer c.q. de toename van de infiltratie van oppervlaktewater dan de beregening. Hierbij moet worden aangetekend dat bij de berekening van de hydrologische effecten van beide winningen is aangenomen dat het oppervlaktewater-peil door wateraanvoer wordt gehandhaafd. Overigens moet men uit tabel II wel concluderen dat bij beregening uit het grondwater bij handhaving van de oppervlaktewater-peilen een deel van het opgepompte water toch via het oppervlaktewater zal moeten worden aangevoerd (in dit voorbeeld 32%). Uit een nadere analyse van de cijfers uit tabellen I en II blijkt verder dat er door beregening aan het einde van het zomerhalfjaar meer water in het gebied is dan zonder beregening. Door de vermindering van afstroming van grond- en oppervlaktewater c.q. toevoer van oppervlaktewater (14,5 mm) en de geringere extra verdamping (toename van verdamping plus directe verdampingsverliezen: 7,5 mm) zal er netto meer water in het gebied blijven (7,0 mm). Dit heeft, zoals in de volgende paragraaf zal worden aangetoond, gevolgen hebben voor de grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van grondwateronttrekking voor beregening.

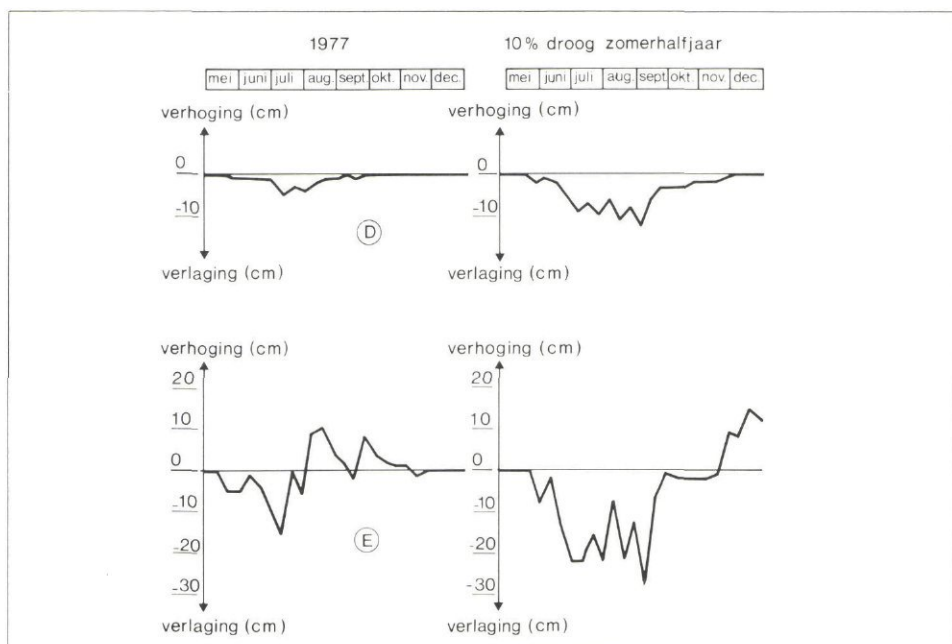
Grondwaterstandsveranderingen

De grondwaterstandsveranderingen, die hierna zullen worden besproken, zijn ten aanzien van de permanente en geconcentreerde grondwaterwinning het gevolg van een onttrekking van 2 miljoen m³ per jaar, die gelijkmatig over het jaar is verdeeld. In het zomerhalfjaar wordt dus 1 miljoen m³ grondwater gewonnen. Deze hoeveelheid komt ongeveer overeen met de hoeveelheid die in het 10% droge zomerhalfjaar voor beregening is onttrokken. In het klimatologisch normale zomerhalfjaar van 1977 is voor beregening ca. 350.000 m³ grondwater gewonnen.

Uit het verloop van de grondwaterstandsverandering als functie van de tijd komt duidelijk het verschil in type winning naar voren tussen een waterleidingbedrijf (afb. 3) en beregening (afb. 4). Het waterleidingbedrijf onttrekt permanent water aan de



Afb. 3 - Het verloop van de grondwaterstandsverlaging op 500 m afstand van een permanente geconcentreerde grondwaterwinning.



Afb. 4 - Het verloop van de grondwaterstandsverandering in de omgeving van het zuidelijk gelegen beregeningsgebied; voor lokatie D en E zie afb. 1.

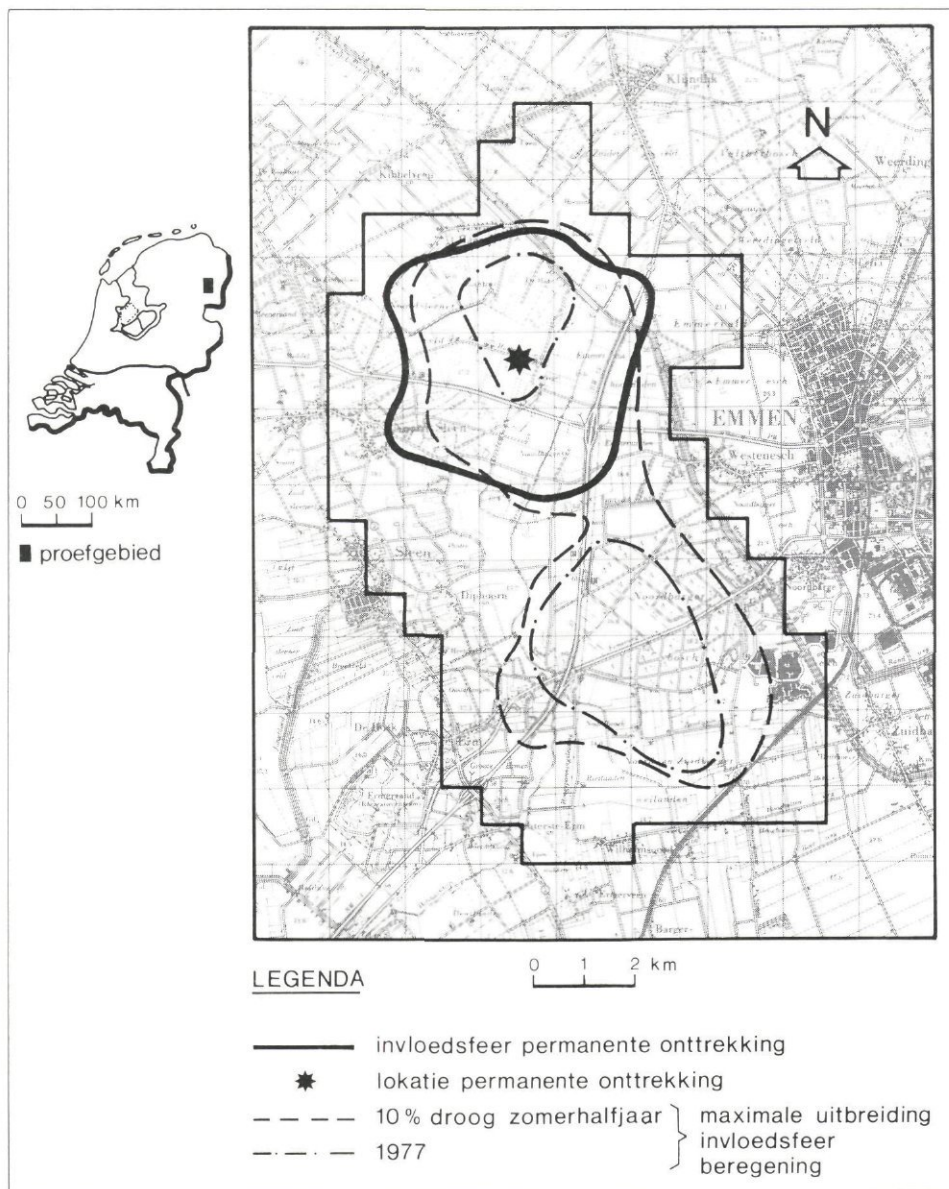
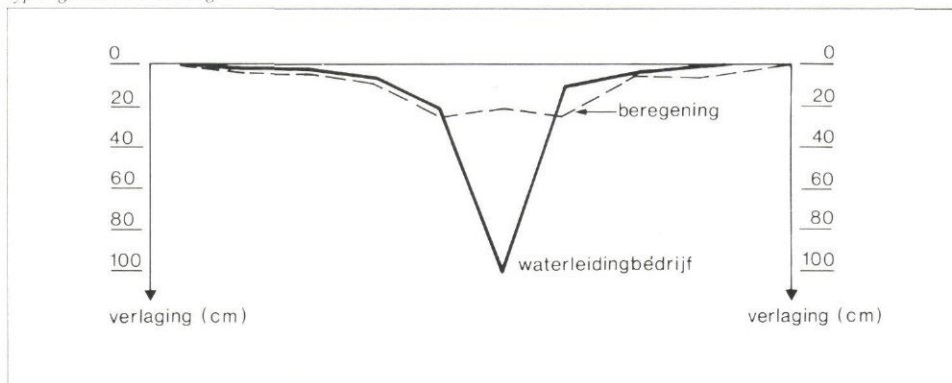
bodem en dit resulteert voor een bepaalde plaats in dit gebied in een praktisch constante verlaging van het freatische vlak. De grondwaterwinning voor beregening daarentegen is niet-permanent. Dit niet-permanente karakter wordt duidelijk weerspiegeld in het verloop van de verlaging. Zo is bijvoorbeeld de maximale verlaging in 1977 kleiner dan in het 10% droge zomerhalfjaar. Verder neemt de verlaging gedurende het zomerhalfjaar toe van praktisch nihil tot een maximumwaarde om vervolgens weer kleiner te worden. Verder blijkt beregening uit het grondwater op de beregende gronden in het najaar tot een verhoging van de grondwaterstand te kunnen leiden ten opzichte van de situatie zonder beregening. De verhoging van de grondwaterstand wordt veroorzaakt door het teveel gegeven beregeningswater waardoor er ten opzichte van de oorspronkelijke

situatie extra vocht is opgeslagen in de onverzadigde zone. Er is, zoals reeds is opgemerkt, meer water in het gebied met beregening dan zonder beregening. Dit resulteert in het najaar in een snellere reactie van de grondwaterstand op het natuurlijke neerslagoverschot. Deze situatie is vergelijkbaar met de snellere reactie van de grondwaterstand na een vochtige of natte zomer in vergelijking met die na een droge zomer. In dit gebied blijkt beregening niet te resulteren in een permanente verlaging van de grondwaterstand ook al wordt er intensief uit het grondwater beregend. Aan het begin van elk zomerhalfjaar is de grondwaterstandsverandering ten gevolge van beregening in de voorafgaande jaren praktisch verdwenen. Er bestaan niet alleen verschillen in het verloop van de verlaging tussen beide

winningen maar ook in de grootte van de invloedssfeer (afb. 5). De invloedssfeer wordt in dit verband gedefinieerd als het gebied waarbinnen de verlaging groter is dan 5 cm.

De invloedssfeer van de onttrekking door beregening blijkt wanneer er gedurende het zomerhalfjaar ongeveer dezelfde hoeveelheid grondwater wordt gewonnen, veel uitgestrekter te zijn dan die van een waterleidingbedrijf. Binnen de invloedssfeer is echter de verlaging van het freatische vlak ten gevolge van beregening kleiner dan die van een waterleidingbedrijf (afb. 6). Wel moet men zich ten aanzien van de invloedssfeer en de verlaging in de dwarsdoorsnede ten gevolge van beregening realiseren dat dit de maximale grootte is. Uit afb. 4 kan men namelijk afleiden dat de maximale waarden alleen maar optreden gedurende een korte periode binnen een droog zomerhalfjaar. Elke andere periode zal de beïnvloeding veel kleiner zijn tot soms nihil. De grootte van de invloedssfeer van de grondwaterwinning voor beregening is dus sterk variabel, dit in tegenstelling tot die van een drinkwateronttrekking. In dit verband kan worden opgemerkt dat met het gebruik van de maximale waarde van de gebiedsgemiddelde grondwaterstandsverlaging als vergelijkingsmaat voor beide winningen, zoals dat door Van der Giessen [1983] wordt voorgesteld, geen rekening wordt gehouden met de sterk variërende grootte van de verlaging bij beregening. Dit kan bijvoorbeeld voor opbrengstdepressie-berekeningen voor grasland op niet-beregende gronden grote consequenties hebben. Verschillen in de berekende opbrengstdepressie van tientallen tot meer dan 100% zijn mogelijk indien in plaats van een niet-constante verlaging wordt uitgegaan van een constante verlaging [Van Lanen, 1983e]. Verder houdt de gebiedsgemiddelde waarde van de verlaging te weinig rekening met de sterk verschillende ruimtelijke verdeling van de verlagingen tussen grondwaterwinning voor beregening enerzijds en voor de drinkwatervoorziening anderzijds (afb. 5 en 6).

Afb. 6 - Het verloop van de maximale verlaging van het freatische vlak in een west-oost raai ten gevolge van 2 verschillende typen grondwaterwinningen.



Afb. 5 - De permanente invloedssfeer van een onttrekking door een waterleidingbedrijf en de niet-permanente, maximale invloedssfeer van grondwaterwinning voor beregening in een klimatologisch normaal en een 10% droog zomerhalfjaar.

Conclusies

De behoefte aan grondwater voor beregening, die sterker varieert in de tijd dan die voor de drink- en industriewater-

voorziening, is veel groter dan het bodemvochtttekort in de situatie zonder beregening. In het beschouwde voorbeeld wordt ca. 400% meer grondwater onttrokken dan noodzakelijk is om het oorspronkelijke bodemvochtttekort te compenseren. Het teveel onttrokken grondwater komt praktisch volledig weer terug in de bodem. Dit gebeurt echter met een vertraging (enkele maanden), waardoor er in niet-beregende gebieden extra verlagingen van het freatische vlak optreden. Ook kan er een beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit optreden omdat het water veelal in een ander watervoerend pakket terecht komt en er een extra uitspoeling van (mest)stoffen uit de onverzadigde zone plaatsvindt. Bij eenzelfde oppervlaktewater-peilbeheer zal er in het proefgebied Sleen, uitgaande van praktisch dezelfde grootte van de grond-

wateronttrekking voor de drink- en industriewatervoorziening, meer oppervlaktewater moeten worden aangevoerd dan voor beregening. Men moet zich overigens wel realiseren dat de grondwaterwinning voor beregening voor het beschouwde voorbeeld toch nog voor 1/3 deel gecompenseerd moet worden door aanvoer van oppervlaktewater. De keuze voor grondwater als bron voor beregening in gebieden waar ook nog oppervlaktewater voorkomt, waarvan men het peil wil handhaven, betekent dus niet dat door het beschikbaar stellen van grondwater geen extra oppervlaktewater behoeft te worden aangevoerd. Doordat de onverzadigde zone in beregende gebieden meer bodemvocht bevat dan zonder beregening het geval is kan grondwaterwinning voor beregening in deze gebieden in het najaar tot grondwaterstandsverhogingen ten opzichte van de oorspronkelijke situatie leiden.

Uitgaande van praktisch dezelfde onttrekkingshoeveelheid in het zomerhalfjaar zal op lokale schaal het gebruik van grondwater voor beregening tot een geheel andere ruimtelijke verdeling, grootte en een ander verloop in de tijd van de hydrologische effecten leiden dan het gebruik voor de drink- en industriewatervoorziening. Men mag verwachten dat dit voor grotere gebieden (regionaal en landelijk) niet anders zal zijn. Typering van beide winningen op landelijke schaal met de gebiedsgemiddelde maximale verlaging, zoals dat is voorgesteld [Van der Giessen, 1983], impliceert dat onvoldoende rekening wordt gehouden met genoemde verschillen en vormt derhalve een onjuist uitgangspunt voor de verdere effectberekening.

Discussie

Vrij recent is wederom gesteld dat het maar zeer ten dele waar is dat de effecten van grondwaterwinning voor beregening en voor de drink- en industriewatervoorziening zo verschillend zouden zijn dat men beide onttrekkingen niet zou mogen optellen en vergelijken met de voor de drink- en industriewatervoorziening opgestelde winbare hoeveelheid grondwater [Sprong e.a., 1984]. Op grond van bovengenoemde stelling dat de effecten onafhankelijk zijn van de wijze waarop het grondwater wordt gewonnen, als maar dezelfde hoeveelheid wordt gewonnen, heeft men dan ook bij het onderzoek voor de nota 'De waterhuishouding van Nederland' de onttrekkingen voor de landbouw betrokken bij de winbare hoeveelheid grondwater en daaraan conclusies verbonden ten aanzien van gewenste ontwikkelingen op het gebied van de landelijke waterhuishouding. Het zal duidelijk zijn dat de stelling dat de effecten onafhankelijk zijn van de wijze waarop het

grondwater wordt onttrokken op grond van de conclusies in dit artikel in grote delen van het Nederlandse zandgebied niet juist is. Dit geldt niet alleen voor gebieden waar praktisch geen slechtdoorlatende lagen in de ondergrond aanwezig zijn maar ook waar deze wel aanwezig zijn [Van Lanen, 1981]. In hoeverre de onttrekkingen van de landbouw voor beregening dan wel mogen worden verdisconteerd in de voor de drink- en industriewatervoorziening vastgestelde winbare hoeveelheid grondwater wordt momenteel door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne in samenwerking met de Rijkswaterstaat onderzocht. Na dit onderzoek zal blijken in hoeverre de momenteel gewenste ontwikkelingen ten aanzien van de landelijke waterhuishouding moeten worden bijgesteld.

Literatuur

- Drecht, G. van en Lanen, H. A. J. van (1981). *Hydrologische modelstudie in het kader van het vooronderzoek in het studiegebied Sleen (Drenthe)*. Deel I: Bepaling invoergegevens. RID rapport hy.h 81-23.
- Giessen, A. van der (1983). *Hydrologische effecten van verschillende typen grondwateronttrekkingen in relatie tot de winbare hoeveelheid grondwater*. H₂O (16), pag. 534-537.
- Kovar, K. (1981). *Model Study Over-Betuwe. A model for groundwater flow and evapotranspiration*. Vol. II: Model description, model for saturated groundwater flow. Basisrapport Commissie Waterhuishouding Gelderland, Arnhem.
- Laat, P. J. M. de (1980). *Model for unsaturated flow above a shallow water-table applied to a regional subsurface flow problem*. Agric. Res. Rep. 895.
- Lanen, H. A. J. van (1981). *Grondwater als bron voor de openbare watervoorziening en voor beregening in de landbouw*. H₂O (14), pag. 363-367.
- Lanen, H. A. J. van (1983). Aanvullend onderzoek met het model GELGAM in het studiegebied Sleen (Drenthe). – 1983a; *Deel I: Aanpassingen en resultaten voor een 10% droog zomerhalfjaar*. RID rapport hy.h 83-10. – 1983b; *Deel II: Bepaling van de hydrologische effecten van permanente grondwaterwinning met verschillende rekenmethodieken*. RID rapport hy.h 83-12. – 1983c; *Deel III: Hydrologische effecten van intensieve beregening uit het grondwater en het eerder of later opzetten van stuwen*. RID rapport hy.h 83-13.
- Lanen, H. A. J. van (1983d). *Beregning uit het grondwater op de hogere gronden en de effecten daarvan op de lagere gronden*. H₂O (16), pag. 369-375.
- Lanen, H. A. J. van (1983e). *Bruikbaarheid van de opbrengstafname-verlagingsrelaties behorende bij permanente grondwaterwinning voor het inschatten van de gevolgen van niet-permanente grondwaterwinning*. Interne RID notitie hy.h 83-191.
- Sprong, T. A., Pulles, J. W., Silva, W. en Jansen, R. R. (1984). *De nota 'De Waterhuishouding van Nederland' en het voor deze nota verrichte onderzoek*. H₂O (17), pag. 292-307.



Ingezonden: repliek

op de reactie van ir. H. G. M. M. Smeenk (H₂O (17) 1984, pag. 353)

Wat de kritiek van ir. Smeenk op mijn artikel 'Kwaliteitsbewaking bij oppervlaktewater-verwerkende bedrijven' (H₂O 1983 no. 13 pag. 290 e.v.) betreft, wil ik nog enige opmerkingen maken.

Voor zover ik in mijn artikel de indruk heb gewekt, dat de hierin beschreven methode voor de bewaking tegen inname van te hoge concentraties organische microverontreinigingen met behulp van GC-MS de enig aangewezen methode zou zijn, wil ik deze gaarne wegnemen. Deze methode is slechts beschreven ter illustratie van de in het artikel aangevoerde argumenten. De methode richt zich slechts op één bepaald aspect van de waterkwaliteit en ik ben het met ir. Smeenk eens dat aanvullende methoden dringend gewenst zijn.

Dat het niet signaleren van stoffen, zoals vertegenwoordigd in de groepsparameter AOH (organische halogeenverbindingen), beneden een acuut toxisch niveau kennelijk aanvaardbaar zou zijn is niet de stelling van mijn betoog geweest.

Integendeel, zoals al vermeld onder het hoofd 'Juridische aspecten' dient de voor de kwaliteitsbeoordeling verantwoordelijke alles te doen wat in zijn vermogen ligt om dit soort stoffen binnen het kader van de kwaliteitsbewaking te brengen.

Over de praktische toepassing van groepsparametters binnen de kwaliteitsbewaking ten behoeve van de inname van ruw water, wil ik nog opmerken dat slechts als toxische eigenschappen van de met de groepsparameter aangeduide stoffen wordt bepaald, deze parameter direct te gebruiken is als beoordelingscriterium.

Een goed voorbeeld van zo'n parameter zijn de 'Cholinesterase remmende stoffen'.

In het algemeen wordt echter een fysische of chemische eigenschap van de stoffen bepaald. Wil men in dit geval de toxicologische relevantie van een groepsparameter bepalen dan zal men de samenstelling van de groep moeten kennen en dus toch een analyse naar de individuele componenten binnen de groep moeten doen.

Zoals ir. Smeenk zelf opmerkt zal de mogelijk wisselende samenstelling binnen de door de groepsparameter omvatte groep grote praktische problemen bij de interpretatie ervan geven.

Ing. R. de Groot

