

Waterhuishoudkundige en andere gevolgen

Inleiding

In de deelstaat Haryana in India, die even groot en minstens even vlak is als Nederland, circuleerde een krantenbericht waarin de betreffende regering haar plannen tot uitbreiding van de drinkwatervoorziening aankondigde. In het Westen van deze deelstaat hebben vele dorpen slechts de beschikking over putten die brak water leveren. Een van de grootste moeilijkheden daarbij is, dat ouders uit dorpen met beter drinkwater hun dochters niet wensen uit te huwelijken naar dorpen met slecht water.



PROF. DR. IR. W. H. VAN DER MOLEN
Landbouw Hogeschool
Wageningen

Een betere illustratie van de hoge prioriteit van een goede drinkwatervoorziening kan ik mij nauwelijks voorstellen.

In dezelfde deelstaat is in meer Oostelijk gelegen gebieden het evenwicht in het grondwaterregime verbroken door de uitbreiding van bevoeiingswerken. Door aanvoer van rivierwater, van buiten de deelstaat afkomstig, is de term 'kunstmatige infiltratie' uit de waterbalans in de laatste eeuw zo sterk toegenomen, dat een sterke stijging van de grondwaterspiegel is opgetreden. Dit leidde in dit droge klimaat tot verzilting van gronden op uitgebreide schaal. In de laatste decennia heeft men echter gevonden, dat watervoerende pakketten onder de deelstaat, die uit het Pleistoceen dateren, zeer dik en goed doorlatend zijn en dat bovendien het diepere grondwater in de regel van goede kwaliteit is.

Dit leidde tot een stormachtige ontwikkeling van de wateronttrekking door middel van duizenden kleine pompputten, die aanvullende irrigatie verzorgen. Deze ontwikkeling is zo snel verlopen, dat het grondwater is gaan dalen. Voorlopig is dit voor het betrokken gebied alleen nog maar gunstig, maar op den duur zullen de ongewenste gevolgen, zoals stijgende pompkosten en mogelijk ook een toenemend zoutgehalte van het opgepompte water kunnen gaan overwegen. Het betrokken voorbeeld toont aan, dat kennis over de waterbalans van een gebied onmisbaar is voor het voeren van een goed beheer en dat op den duur niet ontkomen kan worden aan het stellen van prioriteiten of aan het nemen van compenserende maatregelen, een problematiek, die in Nederland niet onbekend is. In ons land is echter het voorkomen van grondwater op geringe diepte — door het ontbreken van verzilting — eerder gunstig dan

ongunstig. Bij wateronttrekking, maar ook bij andere wijzigingen in de waterbalans die een daling van het grondwater tot gevolg kunnen hebben, moet dan ook steeds worden gelet op de invloed van deze dalingen op de plantengroei.

De waterbalans

In woorden luidt de waterbalans van het grondwater voor een bepaald gebied: nuttige neerslag + aanvoer uit oppervlaktewater + aanvoer van grondwater + kunstmatige infiltratie = verdamping uit grondwater + uitstroming naar oppervlaktewater + afvoer van grondwater + kunstmatige onttrekking + toeneming voorraad. De nuttige neerslag is hier bedoeld als dit gedeelte van de neerslag, dat niet ter plaatse verdampt en dat dus nuttig bijdraagt tot de voeding van het grondwater; daartegenover staat de verdamping uit het grondwater, welke optreedt op laag gelegen terreinen, waar aangevoerd grondwater binnen het bereik van de plantenwortels geraakt en daardoor wordt opgenomen of waar het aan de oppervlakte verdampt.

Nu is de situatie in Nederland (maar ook in Haryana) in zoverre uitzonderlijk, dat over grote gebieden het grondwater binnen het bereik van de plantenwortels aanwezig is. In een droog klimaat overwegen de nadelen daarvan, veroorzaakt door de optredende verzilting van de bodem, maar in het vochtiger klimaat van Nederland overweegt de betere vochtvoorziening in droge tijden. De gronden in het ondiep ingesneden, tamelijk wijdmazige net van natuurlijke beekdalen in onze zandstreken danken hun hoge produktiviteit aan deze aanvoer van grondwater van elders en dus aan de post 'verdamping uit grondwater' uit de waterbalans.

Voor een bepaald gebied bestaat er op lange termijn gezien een evenwicht. Onlangs is door De Vries aannemelijk gemaakt, dat het geschetste net van beekdalen en de daarin aanwezige stroompjes als gevolg van een natuurlijk evenwicht met het grondwatersysteem in het Holoceen is ontstaan.

Voor de waterbalans betekent dit streven naar evenwicht, dat na een wijziging in een van de posten van deze balans alle andere posten de neiging zullen vertonen te veranderen en wel in die zin dat zij de verandering als gevolg van de ingreep zullen tegenwerken. Hier geldt een volledige analogie met het beginsel van le Châtelier van 't Hoff uit de chemie. Van enkele veranderingen, die in het grondwaterregime zijn opgetreden, zullen de gevolgen nader worden bekeken.

Verandering in nuttige neerslag

De neerslag mag — voor zover wij weten —

in de tijd gemiddeld wel als constant worden aangenomen; er zijn althans geen duidelijke aanwijzingen dat de neerslag in de laatste tijd systematisch toe- of afgenomen is. Door het in Nederland heersende neerslagen verdampingsregime is het voornamelijk de winterneerslag, die tot de voeding van het grondwater bijdraagt. Een aantal opeenvolgende droge winters, zoals in de periode 1970-1973 voorkwam, doet dan ook de grondwaterstanden sterk dalen, vooral in grote, traag reagerende reservoirs zoals de stuwwallen in het algemeen en de Veluwe in het bijzonder. Een aantal natte winters achtereen heeft uiteraard het omgekeerde gevolg.

In kleinere grondwaterreservoirs, zoals de hoger gelegen gronden tussen de beekdalen van de dekzandgebieden is deze accumulerende werking minder merkbaar, omdat deze een kleinere reactietijd bezitten. Dergelijke statistische variaties in de neerslag veroorzaken natuurlijke schommelingen die vaak moeilijk te onderscheiden zijn van veranderingen, die door menselijk ingrijpen zijn ontstaan.

Invloed van gewijzigd bodemgebruik

Bij dit menselijk ingrijpen denken wij uiteraard het eerst aan wateronttrekking; wij zullen echter eerst een aantal factoren noemen, die directe invloed uitoefenen op de nuttige neerslag.

Een van de gevolgen van menselijke activiteiten is de toeneming van het verharde oppervlak, meestal gecombineerd met de aanleg van riolering. Dit verharde oppervlak is dan verloren voor de voeding van het grondwater. Hoewel de totale verharde oppervlakte in de zandstreken van ons land nog betrekkelijk gering is, kan deze invloed toch lokaal van betekenis zijn, bijv. in streken als het Gooi of de Utrechtse Heuvelrug.

Sterker is ongetwijfeld de invloed van de verdamping, die veroorzaakt wordt door veranderingen in de vegetatie. Deze verdamping is een proces, dat goed met fysisch-mathematische modellen kan worden beschreven. Het blijkt — ook uit experimenten — dat bossen en vooral naaldbossen meer water verdampen dan andere vegetaties, dat grasland meestal meer water verbruikt dan bouwland (voornamelijk door een langere groeiduur), dat lange gewassen een hogere verdamping vertonen dan korte en dat onbegroeide grond de geringste verdamping heeft. Uiteraard zal bij een krappe vochtvoorziening de werkelijk optredende, actuele verdamping achterblijven bij de mogelijke, potentiële verdamping. Dit gaat gepaard met een verminderde produktie aan droge stof; van de relatie tussen verminderde opbrengst en vermin-

derde verdamping kan gebruik worden gemaakt bij schadeberekeningen.

Nu is het bosareaal en vooral de oppervlakte naaldhout in de laatste eeuw aanzienlijk uitgebreid: deze uitbreiding heeft echter grotendeels al vroeg in deze periode zijn beslag gekregen. Zij vond vrijwel geheel plaats in de voor ons van belang zijnde gebieden met zoet grondwater.

Een deel van deze naaldbossen is bovendien aangelegd op vroegere stuifzanden. Nu is onbegroeid stuifzand een zeer effectieve watervanger: zelfs in woestijnen dragen zandduinen nog bij tot de voeding van grondwater. In het pleistocene gebied van Nederland zijn door deze bebossing de zandverstuivingen tot op enkele resten na verdwenen. Langs de kust beslaan de duinbebossingen een relatief kleiner areaal, al zullen zij plaatselijk van invloed kunnen zijn op de waterhuishouding. Bij bebossing van stuifzand zal dus de vergroting van de verdamping nog aanzienlijk groter zijn dan bij bebossing van andere, voordien reeds begroeide terreinen.

In een meer recent verleden zijn in de landbouw, de grootste bodemgebruiker van ons land, verschuivingen opgetreden, die waarschijnlijk eveneens van invloed zijn op de waterhuishouding. Bij afnemend areaal cultuurgrond is het oppervlak aan grasland vrijwel constant gebleven, zodat het aandeel van het grasland is toegenomen, in de periode 1955-1974 van 56 % tot 62 % van de oppervlakte cultuurgrond.

In de zandstreken ziet men op vele plaatsen deze omzetting, tot zelfs op de vanouds als bouwlanden in gebruik zijnde essen (de 'enkeerdgronden' van de bodemkaart). Behalve de uitbreiding van het grasland heeft mogelijk ook de sterke uitbreiding van de teelt van snijmais — een opvallend beeld in de pleistocene zandgebieden — een grotere verdamping tot gevolg.

Tenslotte kent de landbouw van ouds in de zomer perioden met vochttekorten, waarin de actuele verdamping achterblijft bij de potentiële. Talrijke maatregelen worden genomen om dit verschil te verkleinen; zo is een deel van de maatregelen tot grondverbetering (diepploegen, woelen e.d.) erop gericht een diepere beworteling en daardoor een betere vochtvoorziening van de gewassen mogelijk te maken. Ook worden gewassen kunstmatig berekend met terplaatsse gewonnen grondwater; deze maatregel vermindert eveneens het verschil tussen actuele en potentiële verdamping. Het verdient aanbeveling de invloed van deze kunstmatige berekening op te nemen bij de post 'nuttige neerslag' van de waterbalans; immers niet zozeer de onttrokken hoeveelheid water is van betekenis, maar de vergroting van de verdamping ter plaatse van de betrekkelijk kleine onttrekking.

Alle genoemde veranderingen in het bodemgebruik tenderen naar een verminderde voeding van het grondwater. Een zeer voorlopige schatting leidt tot een bedrag van enkele honderden miljoenen m³ per jaar, voornamelijk als gevolg van bebossing. De recente veranderingen in de landbouw en de toepassing van berekening hebben waarschijnlijk een betrekkelijk geringe invloed, over het gedeelte van Nederland met zoet grondwater van de orde van 50 à 100 mln m³/jaar. Overigens mag ik aannemen, dat deze effecten reeds zijn verwerkt in de eerder genoemde, voorzichtige raming van de nuttige neerslag.

Invloed van onttrekkingen op de landbouw en vegetatie

Gaat men de onttrekking van grondwater vergroten, dan zullen de andere posten van de balans zich verder gaan wijzigen. Zo zal de nuttige neerslag kunnen toenemen, doordat de verdamping kleiner wordt bij lagere grondwaterstand. Deze invloed is in beginsel altijd aanwezig, maar is bij diepe grondwaterstand wel te verwaarlozen. Waar echter het grondwater binnen het bereik van de plantenwortels aanwezig is, zal onttrekking van water een verminderde verdamping veroorzaken; is deze vermindering belangrijk, dan zal ook de productie van de vegetatie, in de landbouw dus de opbrengst, verminderen. Meestal sterker nog dan op de verdamping 'ter plaatse' oefent een onttrekking invloed uit op de verdamping uit het grondwater elders, met name in kwelgebieden. Daar onderhoudt de aanvoer van grondwater ook in droge perioden nog geruime tijd een hoge grondwaterstand. De landbouw heeft van deze situatie gebruik gemaakt door het aanleggen van grasland op dergelijke gronden. Meestal betreft het zgn. beekerdgronden en gooreerdgronden: men vindt deze vooral in de beekdalen van het Pleistocene gebied en langs de randen van de stuwwallen. Aangezien de genoemde gronden op zichzelf weinig vochthoudend zijn, is het grasland in dergelijke gebieden in de zomer aangewezen op het grondwater als vochtleverancier. Daardoor kan een daling van het grondwater hier aanzienlijke schade veroorzaken: hierop wordt in een andere lezing nader ingegaan.

In overeenkomstige topografische situaties — gebieden met hoge grondwaterstanden, waar ook in droge tijden de aanvoer van grondwater mogelijk blijft — treft men vaak een bijzondere flora aan, bestaande uit plantensoorten die gebonden zijn aan een permanent hoge grondwaterstand. Ook over deze freatophyten zal nader worden gesproken. Uit hun bouw mag worden verwacht, dat zij veel water zullen verdampen. Bij verlaging van het grond-

water worden zij vervangen door een andere, minder veeleisende vegetatie, die waarschijnlijk minder water zal verbruiken en dus tot compensatie van de onttrekking zal bijdragen.

Dat de 'kwelverdamping' aanzienlijk kan zijn is reeds door Zuur in de Wieringermeer aangetoond door gebruik te maken van het chloride-ion als indikator. In dergelijke diepe polders is de kwel permanent aanwezig. Daarentegen is in de zandgebieden het water-leverende achterland meestal minder uitgestrekt en wordt de kwel in de loop van de zomer geleidelijk geringer. Een uitzondering vormen de randgebieden van grote stuwwalcomplexen waar de kwel eveneens een nagenoeg permanent karakter bezit.

De grote gevoeligheid van vegetaties voor veranderingen in het grondwaterregime blijkt bijv. zeer duidelijk bij verbetering van de ontwatering van grasland. Typische 'natheids-indicatoren', plantensoorten, die een grote voorkeur hebben voor natte standplaatsen, verdwijnen reeds bij een geringe verlaging van de grondwaterstanden en worden vervangen door andere, meestal meer produktieve soorten.

Bij verdere verlaging van het grondwater gaan 'droogte-indicatoren' optreden. Hierdoor is een vegetatiekartering van het grasland een waardevol hulpmiddel bij de bestudering van de invloed van het grondwater. Men verkrijgt een geïntegreerd beeld, dat de veranderingen op langere termijn weerspiegelt.

In natuurlijke vegetaties zijn de veranderingen nog groter. Zo zijn de vroeger algemeen voorkomende voedselarme moerasvegetaties thans in Nederland bijzonder zeldzaam geworden.

Invloed op grondwaterstroming

Andere mogelijkheden tot compensatie bij wateronttrekking vindt men bij de in- en uitstroming van grondwater. Op hoge gronden zullen ondergrondse waterscheidingen gaan verschuiven indien aan één van de beide stroomgebieden ter weerszijden daarvan water wordt onttrokken: dit kan in het andere stroomgebied tot veranderingen in de waterhuishouding leiden. De duidelijkste voorbeelden van veranderingen in het stromingsbeeld vindt men in Nederland in de omgeving van diepe polders. Deze hebben grondwaterstromingen in beweging gezet, die soms tegengesteld verlopen aan de vroegere algemene stroming in O-W richting. Vroegere gebieden met kwel zijn soms onder invloed van nabij gelegen inpolderingen of onttrekkingen veranderd in gebieden met wegzijging, een omkering dus van het teken van de grondwaterstroming. Een voorbeeld hiervan is het natuurgebied De Weerribben in NW Overijssel, dat vooral beïnvloed is door

inpolderingen, zoals de Noordoostpolder en vooral de inpolderingen in het land van Vollenhove.

Invloed op open water

Tenslotte is compensatie mogelijk via de relaties tussen grondwater en open water. Verhoogde onttrekking geeft meer voeding van het grondwater uit aangrenzend open water of een verminderde afstroming uit de grond naar de waterlopen. Van de verhoogde natuurlijke infiltratie uit open water kan men profijt trekken: in vele modellen ter voorspelling van dalingen wordt deze relatie met het open water als randvoorwaarde ingevoerd. Ook in de praktijk is dikwijls waargenomen dat infiltratie van water uit beken inderdaad in belangrijke mate optreedt en dat daardoor de beekafvoeren verminderen.

De afvoeren uit onze pleistocene zandgronden zijn, zoals bekend, grotendeels uit grondwater afkomstig; afvoer over de oppervlakte — in het buitenland zeer algemeen — is in ons land van weinig betekenis. In natte tijden komen afvoerpieken voor, afkomstig uit de beekdalen, die voorzien zijn van een dicht net van greppels en slootjes. De hogere gedeelten van de stroomgebieden reageren veel trager op de neerslag en dragen vooral bij tot de lagere beekafvoeren: het totaal van lage afvoeren vormt daarbij meestal een belangrijk gedeelte van de totale jaarlijkse afvoer van het stroomgebied. Voor de fauna en flora van de beken is het van belang dat dit grondwater schoon is en meestal arm aan voedingsstoffen.

Bij wateronttrekking aan het stroomgebied verminderen de afvoeren, waarbij uiteraard de lage afvoeren relatief de meeste veranderingen zullen ondergaan. Een verminderde afvoer — door welke oorzaak ook ontstaan — manifesteert zich dan ook door langdurige droogstand van vroeger waterhoudende beken. Verzorgt de beek slechts een deel van de afvoer, bijv. doordat een ondergrondse afvoer naar verder weg gelegen grotere waterlopen bestaat, dan is deze gevoeligheid nog veel groter. Dit geldt in het bijzonder voor de kleinere vertakkingen van de beken en voor de bovenlopen en ook bijv. voor de beken langs de Zuidelijke Veluwezoom, waar naast de beekafvoer een belangrijke afvoer van grondwater naar de Nederrijn bestaat. Vergroting van de onttrekking gaat dus — indien het gewonnen grondwater uit het stroomgebied wordt geëxporteerd — samen met een daling van de afvoeren en kan leiden tot langdurige droogstand van waterlopen.

Is de export van water minder belangrijk dan het lokale verbruik, dan keert het gewonnen water als afvalwater terug,

tegenwoordig gelukkig meestal als gezuiverd afvalwater. In dergelijke gevallen bestaat het beekdebiet bij lage afvoeren grotendeels uit dit gezuiverde afvalwater; doordat het een hoger gehalte aan voedingsstoffen bezit dan het oorspronkelijke grondwater veroorzaakt het veranderingen in de samenstelling van flora en fauna.

Invloed op de bergingsterm

De meeste geschetste veranderingen hebben een verlagende invloed op de voorraad geborgen grondwater: daar komt bij dat door intensievere ontwatering ten behoeve van de landbouw vooral de hoge waterstanden zijn verlaagd. De zomerstanden worden bij verbeterde ontwatering zo weinig mogelijk gewijzigd, soms zelfs verhoogd, door het aanbrengen van stuwen in de waterlopen, dit ter voorkoming van droogtestand in de beekdalen. Voor de werking van deze stuwen is het echter noodzakelijk dat een zekere minimale afvoer ter beschikking blijft, voldoende voor compensatie van de verdamping in deze dalen.

Conclusies

Uit een en ander blijkt, dat de invloeden op de waterbalans van velerlei aard zijn. In het verleden kon men zich bij een betrekkelijk geringe onttrekking en beïnvloeding beperken tot lokale beschouwingen, geldend voor de onmiddellijke omgeving van een onttrekkingspunt. Door de toegenomen aanspraken en door het uitvallen van een groot gedeelte van het oppervlaktewater voor een goede watervoorziening, door de toegenomen eisen van landbouw en milieubescherming wordt een goed beheer van de watervoorraden in hun totaliteit steeds belangrijker en wordt het noodzakelijk prioriteiten te stellen voor grotere gebieden. Veel deelprocessen zijn goed bekend; grondwaterstromingen kunnen worden berekend en de relatie tussen gewasgroei en grondwater is in de laatste jaren veel beter bekend geworden, met name door het werk van Rijtema. Andere verbanden, zoals die tussen grondwater en ecosystemen kunnen nog slechts vaag worden omschreven, maar ook hier worden vorderingen gemaakt. Door de gecompliceerde relaties tussen de deelprocessen wordt een integrale beschrijving van de gehele waterhuishouding met behulp van modellen noodzakelijk.

