

Inleiding

In het Peelgebied van Noord-Brabant en Limburg is de afgelopen jaren bij herhaling bezwaar gemaakt tegen de vestiging of uitbreiding van glastuinbouwbedrijven rond verdrogingsgevoelige natuurgebieden. De ontwikkeling van glastuinbouw zou tot ongewenste veranderingen in de waterhuishouding leiden. In dat kader heeft de Werkgroep Behoud de Peel en de Milieucoöperatie de Peel aan DLO-Staring Centrum opdracht verleend tot het uitvoeren van het project 'De invloed van

Samenvatting

In de moderne glastuinbouw wordt het regenwater dat op de kassen neerkomt opgevangen in bassins en als gietwater gebruikt. Via zo'n bassin kan een groot deel van de neerslag worden benut. De toename van het verharde oppervlak bij de bouw van kassen in combinatie met het gebruik van regenwater als gietwater kan leiden tot een vermindering van de natuurlijke grondwateraanvulling en tot dalende grondwaterstanden ter plaatse. Met behulp van het model SIMGRO is een onderzoek uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen in de waterhuishouding door het vestigen of uitbreiden van glastuinbouwbedrijven. Dit inzicht is gewenst bij de planvorming voor de vestiging van glastuinbouwbedrijven rond verdrogingsgevoelige natuurgebieden. Het onderzoek wijst uit dat de effecten sterk afhankelijk zijn van de hydrologische situatie ter plaatse en dat er bovendien ook mogelijkheden zijn om deze effecten grotendeels te compenseren.



H. J. VAN DE BRAAK
DLO-Staring Centrum
thans Waterschap De Oude Rijnstromen



E. P. QUERNER
DLO-Staring Centrum



Ph. HAMAKER
DLO-Staring Centrum

glastuinbouwbedrijven zonder en met compenserende maatregelen. Het onderzoek richtte zich op het vaststellen van de veranderingen in de waterhuishouding ter plaatse en in de omgeving van de bedrijven. Het gaat hierbij vooral om de veranderingen in grondwaterstanden en de veranderingen in de voeding naar het diepere grondwater.

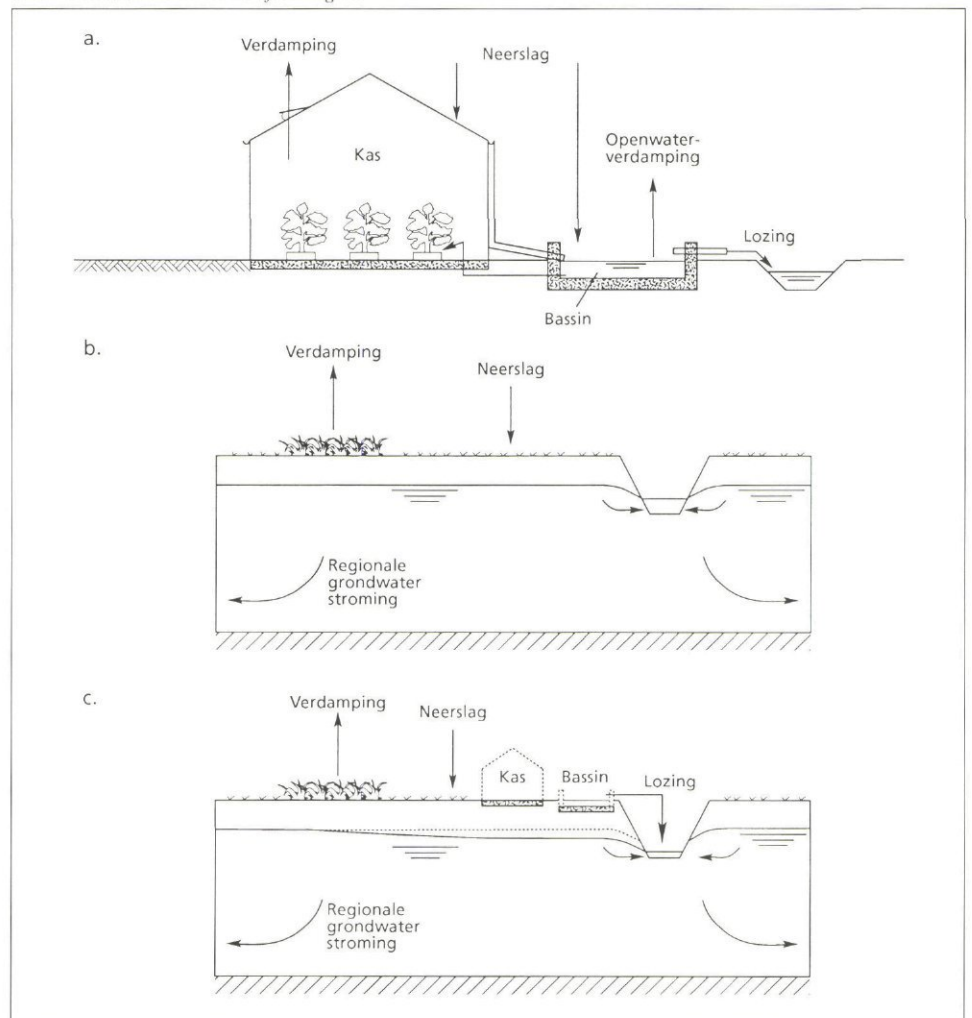
Opzet van het onderzoek

Om de invloed van glastuinbouw op de waterhuishouding te berekenen is het onderzoek in twee delen op te splitsen. Het eerste deel richt zich op het berekenen van de waterbalans van het glastuinbouwbedrijf. Hiervoor is een waterbalansmodel ontwikkeld waarmee de verschillende

glastuinbouwvestiging op de waterhuishouding' [Querner *et al.*, 1995]. In dit artikel wordt verslag gedaan van het uitgevoerde onderzoek.

In de moderne glastuinbouw wordt het regenwater dat op de kassen neerkomt opgevangen in bassins om het vervolgens als gietwater te gebruiken. Via zo'n bassin kan een groot deel van de neerslag worden benut. In perioden met veel neerslag zal na het vollopen van het bassin een deel van het regenwater alsnog via het oppervlaktewater afstromen. De toename van het verhard oppervlak bij de bouw van kassen in combinatie met het gebruik van regenwater als gietwater kan leiden tot een vermindering van de grondwateraanvulling en tot dalende grondwaterstanden ter plaatse. In wegzijgingsgebieden wordt daardoor ook de stroming naar het diepere grondwater verminderd. Daardoor kan uiteindelijk de waterhuishouding van een groter gebied worden beïnvloed, zodat in aangrenzende kwelgebieden de kwelstroom vanuit het diepe grondwater afneemt. Doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in de veranderingen van de waterhuishouding door het vestigen of uitbreiden van glastuinbouwbedrijven in wegzijgingsgebieden. Hierbij gaat het om de effecten van vestiging of uitbreiding van

Afb. 1 - Schema om de effecten van de vestiging van glastuinbouwbedrijven op de waterhuishouding te berekenen.
a) Waterbalansmodel van een glastuinbouwbedrijf.
b) Regionaal grondwatermodel toegepast op een situatie zonder kassen.
c) Regionaal grondwaterstromingsmodel toegepast op een situatie met kassen, waarbij de lozing uit het bassin is berekend door het waterbalansmodel uit afbeelding 1a.

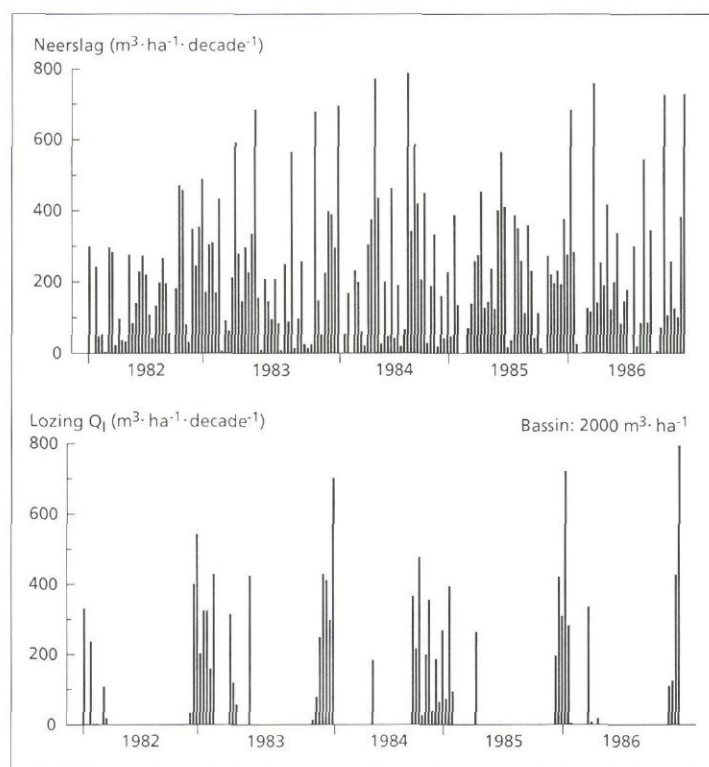


waterstromen binnen en buiten het glastuinbouwbedrijf gekwantificeerd worden. Doel van dit model is het berekenen van de hoeveelheden water die uit het bassin geloosd worden op de momenten waarop het bassin vol is. Belangrijk is te weten hoe deze hoeveelheden water zich verhouden tot het neerslagoverschot over een zelfde oppervlakte zonder glastuinbouwbedrijf. In het tweede deel van het onderzoek wordt met het regionale grondwatermodel SIMGRO [Querner & Van Bakel, 1989] een simulatie gemaakt van het hydrologische systeem ter plaatse van het glastuinbouwbedrijf. Met dit model is het mogelijk een beeld te krijgen van de effecten van veranderingen in het gebied op de waterhuishouding. In dit geval is het model toegepast op een situatie *zonder* glastuinbouw en op een aantal situaties *met* glastuinbouw (afb. 1). Voor de situatie met glastuinbouw levert het waterbalansmodel de lozing uit het bassin. Het verschil tussen de referentiesituatie (afb. 1b) en de verschillende varianten (afb. 1c) geeft de veranderingen van de waterhuishouding bij de vestiging van glastuinbouw aan.

Waterbalansmodel

Voor het waterbalansmodel is een bedrijf gekarakteriseerd door de teeltoppervlakte onder glas, de grootte van het regenwaterbassin en het niveau van de gewasverdamping. Op basis van de toevoer van regenwater naar het bassin en onttrekkingen eruit, berekent het model het verloop van de watervoorraad in het bassin. Bij het rekenen worden per dag alle grootheden van de waterbalans gekwantificeerd. In dit onderzoek gaat het om de lozingen uit het bassin op het oppervlaktewater (zie afb. 1a) nadat het bassin geheel gevuld is geraakt. In het onderzoek zijn berekeningen uitgevoerd voor een bedrijf met een substraatteelt van paprika, met hergebruik van drainagewater. Op basis van het Lozingenbesluit WVO Glastuinbouw is hergebruik bij substraatteelten verplicht. Dat geldt ook voor het opvangen en gebruiken van regenwater. De waterbehoefte van de paprika-teelt is ca. $700 \text{ mm} \cdot \text{j}^{-1}$. Het dekken van de waterbehoefte met regenwater en/of ander water vereist een beheerstrategie die de manier beschrijft waarop de tuinder omgaat met de beschikbare voorraad regenwater. Teeltkundige overwegingen leiden in de praktijk vaak tot een bepaald beheer. Dit houdt in dat, afhankelijk van de beschikbare regenwatervoorraad en de tijd van het jaar, óf alleen regenwater, óf alleen ander water, óf regenwater en ander water gemengd in de verhouding 1:1 wordt gebruikt. Uiteraard zal het beheer in werkelijkheid beïnvloed worden door het

Afb. 2 - Verloop van de neerslag en van de lozingen van overtollig water voor een glastuinbouwbedrijf met een regenwaterbassin van $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, per decade voor de periode 1982 t/m 1986.

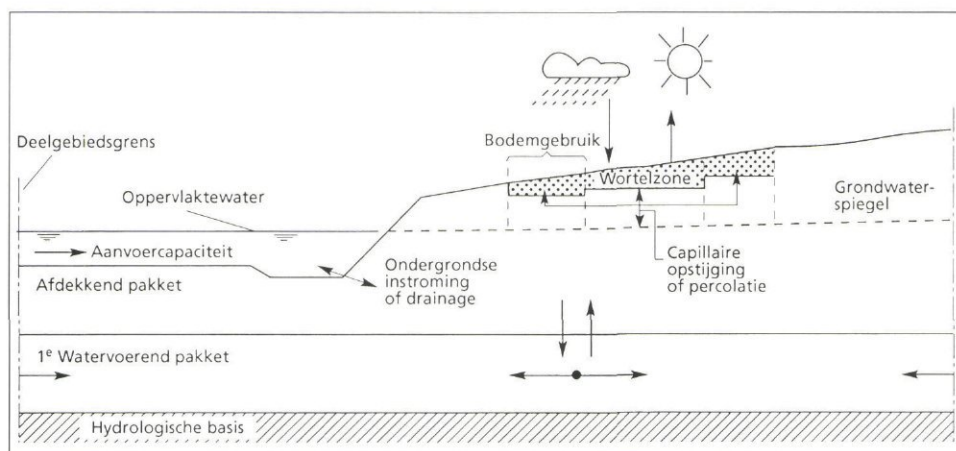


type jaar. Bij het berekenen van de bruikbare regenwatervoorraad wordt, wanneer de voorraad uitgeput begint te raken, rekening gehouden met een niet-bruikbare resthoeveelheid in het bassin. Die resthoeveelheid is gesteld op 10% van de bruto-inhoud bij een volledig gevuld bassin. Aan de hand van deze beheerstrategie zijn uiteindelijk de lozingen uit het bassin op het oppervlaktewater op dagbasis berekend. Voor de modelberekeningen voor de situatie met één glastuinbouwbedrijf gelden de volgende uitgangspunten: de teeltoppervlakte onder glas is 2 ha, bij een bruto-oppervlak van 4 ha. Dit bruto-oppervlak sluit een regenwaterbassin ($2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) in en daarnaast de erfverharding, bedrijfsgebouwen en ontsluiting (in totaal is $2,44 \text{ ha}$ verhard). Over de gehele periode van 1971-1985 is bij een bassin van $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de totale toevoer van regenwater en condenswater naar het bassin gemiddeld 842 mm per jaar. Van het water in het bassin wordt 563 mm (67%) benut als gietwater en 235 mm (28%) geloosd; de resterende 44 mm (5%) gaat verloren via open-watervedamping direct vanuit het bassin. Voor de watervoorziening in de kas is er evenwel aanvullend 114 mm water nodig in droge perioden als het regenwaterbassin leeg is. Voor verdere details wordt verwezen naar Querner *et al.* [1995]. In afbeelding 2 zijn de lozingen per decade weergegeven bij een bassin van 2000 m^3 per ha glas (bergingscapaciteit van 200 mm). Uit de afbeelding blijkt dat lozingen vanuit het bassin in de periode

1982 t/m 1986 vrijwel geheel beperkt blijven tot het winterhalfjaar. Dit betekent dat in de resterende tijd alle neerslag als gietwater wordt benut. De berekende lozing per dag is één van de randvoorwaarden (invoergegevens) voor het model SIMGRO. Waar het gaat om de vraag naar de invloed van de glastuinbouw op de voeding van het grondwatersysteem is het van belang hoe de lozingen bij een bassin van bijvoorbeeld $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ zich verhouden tot het neerslagoverschot over een zelfde oppervlakte zonder glastuinbouwbedrijf.

Grondwatermodel SIMGRO

Om de effecten van waterhuishoudkundige ingrepen in een gebied te kunnen kwantificeren, is het model SIMGRO toegepast. Gekozen is voor het model SIMGRO, omdat het een regionaal model is en de processen in de verzadigde zone, de onverzadigde zone en het oppervlaktewater geïntegreerd beschrijft. Het niet-stationaire karakter van dit model, waarbij de interactie tussen de hydrologische processen in grond- en oppervlaktewater van belang is, maakt het mogelijk de veranderingen binnen het hydrologisch systeem bij veranderende omstandigheden te beschrijven. Voor de modellering van de grondwaterstroming in de verzadigde zone wordt het gebied schematisch voorgesteld door een afdekkend pakket en een watervoerende laag (afb. 3). Het modelgebied wordt verder opgedeeld in een aantal eindige elementen met knooppunten, waardoor er een



Afb. 3 - Schema van de waterhuishouding in een deelgebied van het model SIMGRO [Querner en Van Bakel, 1989].

netwerk ontstaat. Elk deelgebied, waarvan de waterhuishouding is weergegeven in afbeelding 3, is een deelverzameling van knooppunten uit het eindige-elementennetwerk. De berekening van de onverzadigde grondwaterstroming vindt plaats per bodemgebruiksvorm en per deelgebied. Voor de berekening van het vochttransport in de onverzadigde zone modelleert SIMGRO twee reservoirs, één voor de wortelzone en één voor de ondergrond. Hierbij is de ondergrond gedefinieerd als het profiel tussen wortelzone en freatisch vlak. Als de vochtvoorraad in de wortelzone behorende bij het evenwichtsprofiel wordt overschreden, zal het overtollige vocht als percolatie naar de ondergrond gaan. Dit is de grondwateraanvulling voor de verzadigde zone. Als er minder vocht dan behorende bij het evenwichtsprofiel in de wortelzone aanwezig is, zal er een capillaire flux optreden. Met de percolatie of capillaire flux in de onverzadigde zone rekent het model in de bovenste laag van het verzadigde deel een verandering van de grondwaterstand uit, rekening houdend met de freatische bergingscoëfficiënt. Het vochttransport in de onverzadigde zone wordt op een pseudo-stationaire wijze benaderd, dat wil zeggen volgens een opeenvolging van stationaire situaties. Voor het berekenen van de onverzadigde grondwaterstroming kunnen per deelgebied verschillende bodemgebruiksvormen worden ingevoerd. Invoer voor het model van de onverzadigde zone is aan de bovenkant neerslag en potentiële verdamping. De verdamping van gras wordt met behulp van de Makkink-formule berekend (gras-referentieverdamping). Voor andere gewassen wordt de potentiële verdamping berekend met behulp van gewasfactoren [Hooghart, 1987]. De actuele verdamping (evapotranspiratie) hangt af van de vochtvoorraad (mate van uitdroging) in de wortelzone [Querner & Van Bakel, 1989]. Buiten het groeiseizoen van een gewas

rekent het model alleen met een bodemverdamping. De vochttoestand van het bovenste laagje grond bepaalt deze verdamping. Het oppervlaktewater binnen een deelgebied bestaat in werkelijkheid uit een groot aantal leidingen, maar wordt gemodelleerd als één reservoir. De oppervlaktewateren van de deelgebieden zijn onderling gekoppeld, zodat onderlinge beïnvloeding mogelijk is. Er wordt per deelgebied rekening gehouden met aan- of afvoer van oppervlaktewater, drainage of infiltratie, oppervlakkige afstroming en onttrekking voor berekening. Voor elk reservoir moet in het model een relatie opgegeven worden tussen oppervlaktewaterpeilen en de daarbij behorende berging en afvoercapaciteit. Bovendien is een streefpeil voor de zomerperiode nodig. Voor het berekenen van de interactie

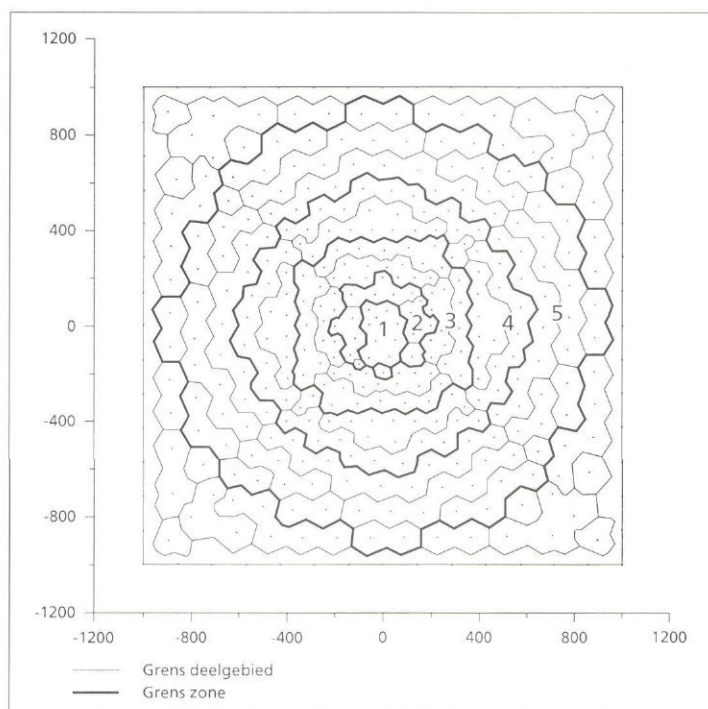
tussen grond- en oppervlaktewater zijn drie typen ontwateringsmiddelen onderscheiden, nl. greppels, sloten (tertiair systeem) en grotere sloten (secundair systeem). Er is verondersteld dat deze ontwateringsmiddelen in het model egaal verdeeld aanwezig zijn per knooppunt van het elementennetwerk ofwel per deelgebied. Voor elk van deze systemen wordt de drainage berekend met de formules van Ernst [Ernst, 1978].

Uitgangspunten berekeningen

De berekeningen van SIMGRO hebben betrekking op een representatief gebied met centraal daarin gelegen de glastuinbouw (afb. 4). Het gebied wordt gekarakteriseerd op basis van een aantal gebiedsparameters die gebaseerd zijn op specifieke gegevens voor het gebied rond de Peellvenen. Voor de SIMGRO-berekeningen zijn de volgende uitgangspunten belangrijk:

- Gebiedsomvang. De afmetingen van het netwerk voor de situatie met 1 glastuinbouwbedrijf is 2x2 km². Bij deze afmetingen zijn de eventuele effecten van de glastuinbouw aan de rand van het model verwaarloosbaar.
- Zonering. Voor de presentatie van de resultaten zijn de deelgebieden samengevoegd tot grotere eenheden en aangeduid als zones. De invloeden van de glastuinbouw zijn per zone beschreven, dat wil zeggen voor een bepaalde afstand tot het middelpunt van het kassencomplex (zie afb. 4).
- Geohydrologie. Voor de bovengrond is gerekend met gegevens voor een humus-

Afb. 4 - Netwerk van het modelgebied met één glastuinbouwbedrijf met daarin aangegeven de indeling in deelgebieden en zones gebruikt voor de berekeningen met SIMGRO en de analyse van de resultaten.



podzolgrond. De geohydrologische opbouw van de ondergrond (verzadigde zone) is geschematiseerd als een afdekkend pakket met daaronder een watervoerend pakket. Er is gerekend met geohydrologische parameters die van toepassing zijn op de Centrale Slenk zoals die voorkomt in het gebied van de Peelvenen (1^e pakket: $D = 25$ m en $c = 250$ d; 2^e pakket: $D = 45$ m en $kD = 1500$ m²·d⁻¹).

– Randvoorwaarden. De berekeningen zijn uitgevoerd voor situaties waarin de grondwatertrappen V, VI en VII aanwezig zijn. Er is gebruik gemaakt van neerslaggegevens van het weerstation Someren en de overige gegevens van het station Eindhoven. Voor de berekeningen zijn de jaren 1982 t/m 1986 gekozen, omdat het een periode is met een ongeveer gemiddelde weersituatie. Voor deze periode was de gemiddelde neerslag 777 mm·j⁻¹ en de gras-referentieverdamping 555 mm·j⁻¹.

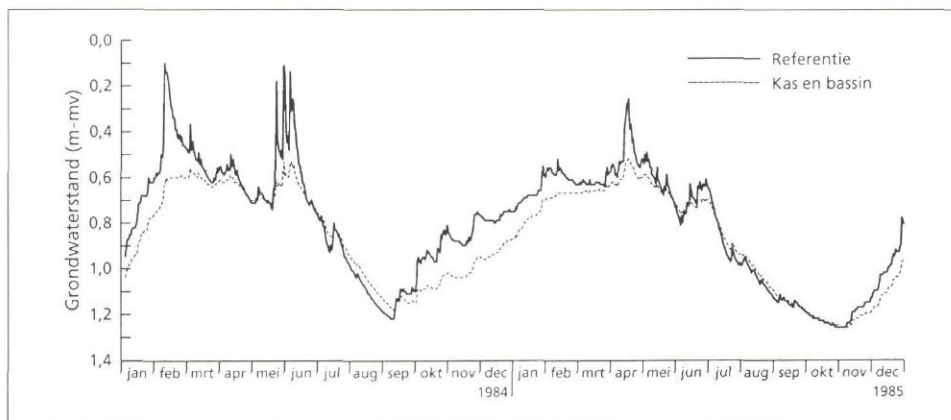
Deze uitgangspunten zijn gebruikt bij de berekeningen voor de situatie met één glastuinbouwbedrijf. Daarnaast is een aantal varianten geformuleerd en door-gerekend door het wijzigen van een of meer hydrologische of bodemkundige parameters. Voorbeelden van gewijzigde parameters zijn: grondwatertrap, helling maaiveld, geohydrologische parameters en weersgesteldheid. Er is gestreefd naar een zo goed mogelijke representativiteit van de situaties. Dit biedt de mogelijkheid om de resultaten van de modelberekeningen te gebruiken om de hydrologische invloeden van glastuinbouwvestiging onder verschillende omstandigheden in te schatten. Hierbij gaat het niet alleen om de invloed van de vestiging van het bedrijf, maar ook om de effecten van compenserende maatregelen. Als compenserende maatregelen zijn doorgerekend: het laten infiltreren van het overtollige water uit het bassin, het aanvoeren van water en het opzetten van stuwpeilen.

Resultaten SIMGRO-berekeningen

De resultaten die hier worden besproken hebben betrekking op de waterhuishoudkundige effecten van de vestiging van één glastuinbouwbedrijf. In het onderzoek zijn ook berekeningen uitgevoerd voor de vestiging van verscheidene bedrijven met variatie in geohydrologie, maaiveldhelling en weersgesteldheid. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Querner *et al.* [1995].

Invloed in het kassengebied

Afbeelding 5 toont tijd-stijghoogtelijnen van een situatie met en zonder kas. De afbeelding laat duidelijk de verschillen tussen deze situaties zien. In de berekening met één kas vertoont de grondwaterstand



Afb. 5 - Het verloop van de berekende grondwaterstanden in zone 1 (zie afb. 4) bij een situatie met en één zonder kassen ($Gt V$ en bassin 2000 m³·ha⁻¹).

TABEL I - Afname in grondwateraanvulling en wegzijging, en verlagingen van grondwaterstanden door de bouw van één glastuinbouwbedrijf van 2 ha (regenwaterbassin 2000 m³·ha⁻¹). Resultaten gelden voor het bruto-oppervlak van 4 ha (geohydrologische opbouw Centrale Slenk: $c = 250$ d en $kD = 1500$ m²·d⁻¹).

a) Referentiesituatie (afb. 1b)

Grondwater-trap	Grondwater-aanvulling (mm·j ⁻¹)	Drainage (mm·j ⁻¹)	Wegzijging (mm·j ⁻¹)	Grondwaterstanden (m)	
				GHG	GLG
V	254	175	79	0,37	1,26
VI	269	77	192	0,64	1,33
VII	307	19	288	0,92	1,65

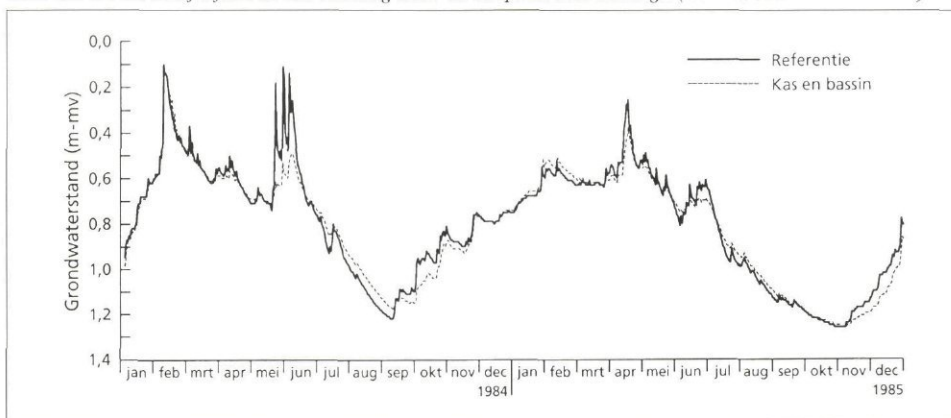
b) Afname door bouw van één kas

Grondwater-trap	Afname grondwateraanv. (mm·j ⁻¹)	Afname in drainage (mm·j ⁻¹)	Afname in wegzijging (mm·j ⁻¹)	Verlaging grondwaterst. (m)	
				GHG	GLG
V	148	79	69	0,19	-0,01
VI	153	38	115	0,17	0,01
VII	167	20	147	0,19	0,01

minder fluctuaties en vooral in het najaar verloopt de stijging van de grondwaterstand traag, omdat de neerslag wordt opgevangen. In de zomer is de diepste stand zelfs iets hoger onder de kas, omdat al de verharde oppervlakken niet verdampen. In tabel I zijn de resultaten weergegeven van de effecten van de aanwezigheid van één kas op enkele termen van de waterbalans. Het gaat in dit onderzoek om de afname van grondwateraanvulling en de

wegzijging en verlaging van grondwaterstanden. Grondwateraanvulling is de hoeveelheid water uit de onverzadigde zone (neerslag minus verdamping). Een deel van de grondwateraanvulling gaat naar het oppervlaktewater (drainage). Het overige is wegzijging en komt tot uiting in de regionale grondwaterstroming. In tabel I valt op dat door de bouw van een kas de grondwateraanvulling ter plaatse met circa $150-165$ mm·j⁻¹ vermindert. Bij ondiepere

Afb. 6 - Het verloop van de berekende grondwaterstanden in zone 1 (zie afb. 4) bij een situatie zonder kassen en daarnaast met één kas en bij infiltreren van overtollig water als compenserende maatregel ($Gt V$ en bassin 2000 m³·ha⁻¹).



TABEL II – Veranderingen van de grondwateraanvulling, wegzijging en verlagingen van grondwaterstanden door de bouw van één glastuinbouwbedrijf van 2 ha met compenserende maatregelen (regenwaterbassin 2000 m³·ha⁻¹). Resultaten gelden voor het bruto-oppervlak van 4 ha met Gt V (geohydrologische opbouw Centrale Slenk: c = 250 d en kD = 1500 m·d⁻¹).

Maatregel	Afname grondwateraanvulling (mm·j ⁻¹)	Afname in wegzijging (mm·j ⁻¹)	Verlaging grondwaterst.	
			GHG	GLG
Lozen	148	69	0,19	-0,01
Infiltreren	29	1	0,06	-0,01
Water aanvoeren	149	64	0,19	-0,02
Stuwpeil	148	46	0,16	-0,01

grondwaterstanden is de afname in de drainage groot, waardoor de invloed op de wegzijging geringer is dan bij diepere grondwaterstanden (Gt VII). De afname in de wegzijging (70-150 mm·j⁻¹) hangt daarvoor sterk af van de grondwatertrap. De verlaging van de GHG bedraagt voor de drie grondwatertrappen (Gt V, VI en VII) 0,17-0,19 m. De verandering van de GLG is gering.

Invloed van compenserende maatregelen

In afbeelding 6 is de situatie weergegeven waarin het laten infiltreren van het overtollige water als compenserende maatregel is uitgevoerd. Het laten infiltreren van overtollig water heeft een groot effect op de grondwaterstanden. De verschillen zijn aanzienlijk minder dan in de situatie zonder compenserende maatregelen (vergelijk met afb. 5). In tabel II is weergegeven wat de effecten zijn van de compenserende maatregelen op enkele termen van de waterbalans. Het laten infiltreren van het overtollige water uit het bassin blijkt een goede maatregel te zijn om de veranderingen grotendeels te compenseren. Het effect van glastuinbouw op de wegzijging neemt af tot 1 mm·j⁻¹ bij het infiltreren van het lozingswater in verhouding tot de 69 mm·j⁻¹ bij normale lozing op het oppervlaktewater (tabel II). De verlaging van de GHG door het infiltreren van het lozingswater blijft dan beperkt tot 0,06 m.

Om de veranderingen te compenseren heeft water aanvoeren in de zomer nagenoeg geen effect op grondwatertrap V. De veranderingen in de grondwateraanvulling, wegzijging en grondwaterstanden blijven namelijk nagenoeg gelijk aan de resultaten zonder wateraanvoer. Toch is infiltratie van aangevoerd water mogelijk vanuit de grotere waterlopen (secundair systeem). Door de beperkte aanwezigheid ervan is de infiltratie echter gering. Het opzetten van stuwpeilen (in de winterperiode 0,30 m omhoog tot een zomerpeil van 0,80 m -mv) heeft enig effect. Voor een grondwatertrap V loopt de afname in de wegzijging terug van 69 tot 46 mm·j⁻¹ (tabel II). Het gevolg is ook een afname in de verandering van de GHG (0,16 m i.p.v. 0,19 m).

Invloed buiten het kassengebied

Door de aanwezigheid van een afdekkend pakket wordt de invloed van de glastuinbouw op de zone direct grenzend aan het gebied met een glastuinbouwbedrijf sterk gereduceerd. Veranderingen in wegzijging (verandering >0,1 mm) zijn bij één glastuinbouwbedrijf merkbaar op een afstand van 500 m buiten het glastuinbouwbedrijf [Querner *et al.*, 1995]. Voor grondwaterstanden zijn de veranderingen nog merkbaar op 100 m (verandering >1 mm). Een zeer geringe toename in de wegzijging rond het gebied met kassen (zone 2 t/m 5 uit afb. 4) compenseert gedeeltelijk de afname in de wegzijging in het gebied met het kassencomplex. Het resterende deel van de invloed van één glastuinbouwbedrijf geeft veranderingen buiten het modelgebied. Voor een Gt V gaat dit om 10% van de verminderde wegzijging, maar voor Gt VI en VII is dit 15%. Daardoor wordt de waterhuishouding van een groter gebied beïnvloed.

Conclusies

De effecten van de glastuinbouw zijn zichtbaar gemaakt door een waterbalans van het onverzadigd en verzadigd grondwater, daarnaast door grondwaterstanden (GHG en GLG en tijd-stijghoogtelijnen). In het onderzoek werden de berekeningsresultaten van de waterbalans als verschil met de referentiesituatie gepresenteerd, waardoor de veranderingen snel zichtbaar worden.

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

- De grondwatertrap heeft een belangrijke invloed op de hydrologische effecten die het gevolg zijn van de bouw van kassen. De wegzijging (voeding diepe grondwater) neemt af naarmate de grondwaterstanden dieper zijn.
- Bij de bouw van kassen blijkt vooral in de herfst en winter een verlaging van de grondwaterstand op te treden. Maatregelen om dit te compenseren moeten daarom op die periode betrekking hebben.
- Van de compenserende maatregelen geeft het infiltreren van het overtollige water de beste resultaten. Het aanvoeren van water in de zomer heeft een gering effect, vooral omdat pas in de herfst en

winter verlagingen optreden door de bouw van kassen.

De resultaten uit dit onderzoek kunnen worden gebruikt voor de bepaling van de effecten van de glastuinbouw voor specifieke locaties in de omgeving van de Peelvenen en andere (qua geohydrologie) vergelijkbare gebieden.

Literatuur

- Ernst, L. F. (1978). *Drainage of undulating sandy soils with high groundwatertables*. J. Hydrol. 39(1/2): 1-50.
- Hooghart, J. C. (1987). *Verdampingscijfers: Penman naar Makkink*. Waterschapsbelangen. 72 (8): 232-235.
- Querner, E. P. and Bakel, P. J. T. van (1989). *Description of the regional groundwater flow model SIMGRO*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 7.
- Querner, E. P., Braak, H. J. van de en Hamaker, Ph. (1995). *De invloed van glastuinbouwvestiging op de waterhuishouding*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 388.



Summaries

- End of page 717.

in case of biological phosphorus removal, mechanical thickening and direct dewatering are often applied. Otherwise, the phosphate released must be precipitated chemically to prevent phosphate feedback.

A Stowa investigation shows that the release of phosphate in the traditional sludge treatment is sometimes limited and that addition of chemicals can be more effective than direct dewatering. In systems with sludge digestion a large part of the phosphate released is fixed to metal salts in the digester without addition of chemicals. The metals originate from the influent and enter the digester via the sludge. For this reason, limited phosphate feedback has been observed in Germany. On the basis of practical data and theoretical fixation potential, it appears that spontaneous phosphate fixation also occurs in the Netherlands. Many wastewater treatment plants with gravitational thickening or digestion have to be upgraded for biological phosphorus removal. A choice can then be made to maintain the existing sludge treatment and apply addition of chemicals, or to apply direct dewatering. If there is a considerable spontaneous phosphate fixation and/or a low phosphorus concentration in the influent, addition of chemicals is relatively cheap.

H₂O (30) 1997, nr. 24; 746

W. F. KEIJZER and C. G. C. DEKKER:

Are sulfur oxidizing bacteria in advance?

In the water of eastern and southern Flevoland an increasing amount of places are being visual polluted during the recent years, caused by sulfur oxidizing bacteria. These bacteria are seen in stagnant water showing a white or red turbidity coupled with a bad H₂S-smell, oxygen shortage, dying fish and dying waterplants. The sulfur oxidizing bacteria use H₂S as an energy source. To provide this visual pollution, measures can be taken in order to decrease organic matter by moving the surplus of waterplants and by removing mud. An other measure is to decrease stagnation by flushing or to decrease the shallow.