



# Invloed anti-verdrogingsmaatregelen op afvoerregime

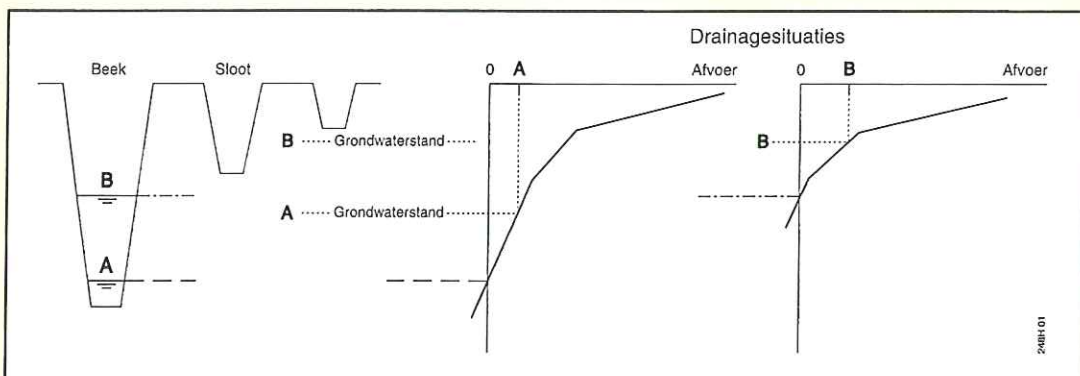
Jaarlijks schonen de waterschappen in Nederland de waterlopen een aantal keren. Dit 'klein' onderhoud is nodig om de watertransportfunctie van de waterlopen gedurende het groeiseizoen te waarborgen. Indien anti-verdrogingsmaatregelen worden doorgevoerd, zoals hogere stuwpeilen of ondiepere waterlopen, zal het afvoerregime veranderen. Door het vernatten van (natuur)gebieden neemt de berging in de grond af. Dit heeft weer tot gevolg dat water sneller tot afvoer kan komen. In benedenstrooms gelegen landbouwgebieden zal dit tot gevolg hebben dat eerder de transportcapaciteit wordt overschreden en de noodzaak om onderhoud te plegen toeneemt. Met een eendimensionaal grondwatermodel van de onverzadigde zone (model SIM-FLOW) zijn enkele situaties met peilverhogingen doorgerekend. Het effect van deze maatregelen op de afvoer is weergegeven. Daarna is het maaionderhoud berekend met het model MWW. Het blijkt dat hogere waterpeilen in de zomer de afvoer doen laten toenemen en daardoor ook de noodzaak om onderhoud uit te voeren.

door dr. E.P. Querner\*

\* De auteur is werkzaam bij DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO).

Onderhoud van waterlopen is noodzakelijk om geschikte hydrologische omstandigheden te creëren voor het omliggende grondgebruik. Om een minimale transportcapaciteit van de waterlopen te garanderen wordt gedurende het groeiseizoen één of meer malen onderhoud uitgevoerd. Zo weinig mogelijk onderhoud is gewenst, om de natuur in en langs waterlopen zo min mogelijk schade toe te brengen (Vlasveld, 1997).

Om de verdroging in Nederland tegen te gaan worden maatregelen genomen, als het opzetten van openwaterpeilen of ondiepere waterlopen. Door het verhogen van grondwaterstanden neemt de berging in de onverzadigde zone af. Dit heeft weer tot gevolg dat water sneller tot afvoer kan komen. In de zomer zal dit tot gevolg hebben dat eerder de transportcapaciteit wordt overschreden en de noodzaak om onderhoud te plegen toeneemt. Minder maaionderhoud zelf kan ook beschouwd worden als een anti-verdrogingsmaatregel. Dit effect op zich wordt in dit artikel niet in beschouwing genomen. In dit artikel wordt de invloed van anti-verdrogingsmaatregelen op het afvoerregime beschreven en het gevolg ervan voor de noodzaak om onderhoud uit te voeren. Het gaat hierbij vooral om het probleem te signaleren. Allereerst wordt verklaard waarom piekafvoeren toenemen als deze maatregelen genomen worden. Vervolgens wordt in grote lijnen het model SIMFLOW toegelicht om afvoeren te berekenen. Daarna is voor twee locaties in Twente, als een voorbeeld, de toename in piekafvoer en maaionderhoud gegeven. Tot slot worden enkele conclusies getrokken.



Figuur 1 Schematische voorstelling van de relatie tussen grondwaterstandsdiepte en de drainage naar de ontwateringsystemen (voor toelichting situaties A en B zie tekst).

### Afvoer

De afvoer uit een stroomgebied is primair afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. Hoeveel water er heel snel in de waterloop komt, hangt af van de oppervlakkige afstroming, de bergingscapaciteit van de grond en de drainage. De afvoer zal over het groeiseizoen niet gelijk zijn. Immers, in het voorjaar zijn de grondwaterstanden nog hoog en is er een geringe bergingscapaciteit aanwezig. In de zomer zijn de grondwaterstanden veel lager en zal er van de gevallen neerslag veel geborgen worden in de onverzadigde zone en maar een klein deel direct tot afvoer komen.

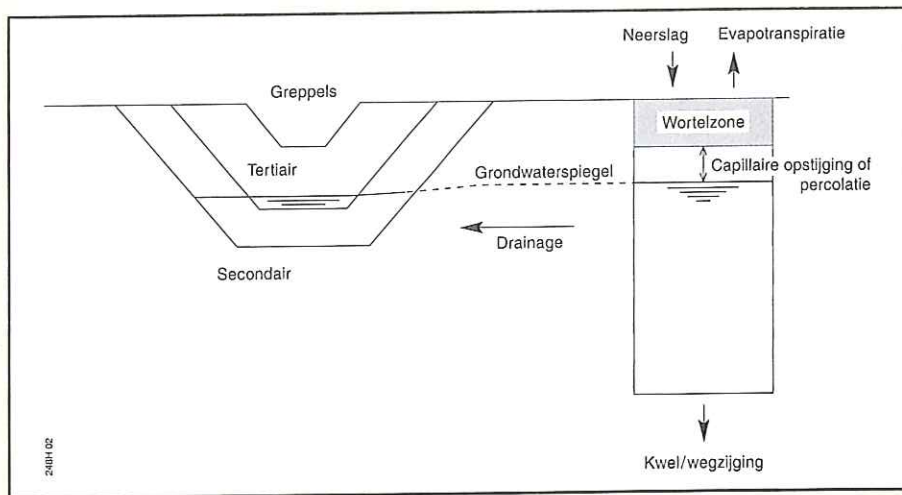
Door stuwpeilen te verhogen worden grondwaterstanden ook hoger. In veel gevallen neemt daarbij het aantal waterlopen toe dat kan afvoeren (zie fig. 1). Voor de oorspronkelijke situatie is in figuur 1 de oppervlaktewaterstand en de daarbij behorende grondwaterstand weergegeven (situatie A). De drainageka-

rakteristiek, die onder meer afhangt van het aantal waterlopen, de dimensies en de bodemhoogte, bepaalt dan bij een mate van afvoer de grondwaterstand.

Opzetten van stuwpeilen (situatie B) geeft daardoor ook hogere grondwaterstanden, maar de mogelijkheid om water af te voeren neemt ook toe. Bij situatie B is er een snellere afvoer mogelijk. De drainagekarakteristieken van een gebied bepalen dus de toename in piekafvoeren als gevolg van peilverhogingen.

### Model SIMFLOW

Het model SIMFLOW beschrijft de stroming in de onverzadigde zone (fig. 2). Dit model is het onderdeel (module) voor de onverzadigde zone uit het model SIMGRO (Querner & Van Bakel, 1989). In het model is de interactie tussen het grondwater en oppervlaktewater van belang, zoals in figuur 2 is weergegeven. ►



*Figuur 2 Het eendimensionale model SIMFLOW (onverzadigde en verzadigde zone met daarbij de ontwaterings-systemen) waarmee de afvoeren zijn berekend (het is de module uit het model SIMGRO - Querner & Van Bakel, 1989)*

Voor de berekening van het vochttransport in de onverzadigde zone worden twee reservoirs gemodelleerd: één voor de wortelzone en één voor de ondergrond. Hierbij is de ondergrond gedefinieerd als het profiel tussen wortelzone en freatisch vlak volgens het schema in figuur 2. De beschouwde wortelzone heeft een vochtbergend vermogen dat wordt bepaald door de dikte en de vocht-

karacteristiek van het bodemmateriaal; neerslag, berekening, evapotranspiratie, capillaire flux en percolatie leiden tot toevoeging aan of onttrekking uit dit systeem. 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.

De capillaire flux is afhankelijk van de bodemfysische eigenschappen van de bodem, de grondwaterstandsdiepte en de dikte van de wortelzone. De maximale vochtinhoud van de wortelzone is afhankelijk van dezelfde factoren. 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, die afhankelijk is van de freatische

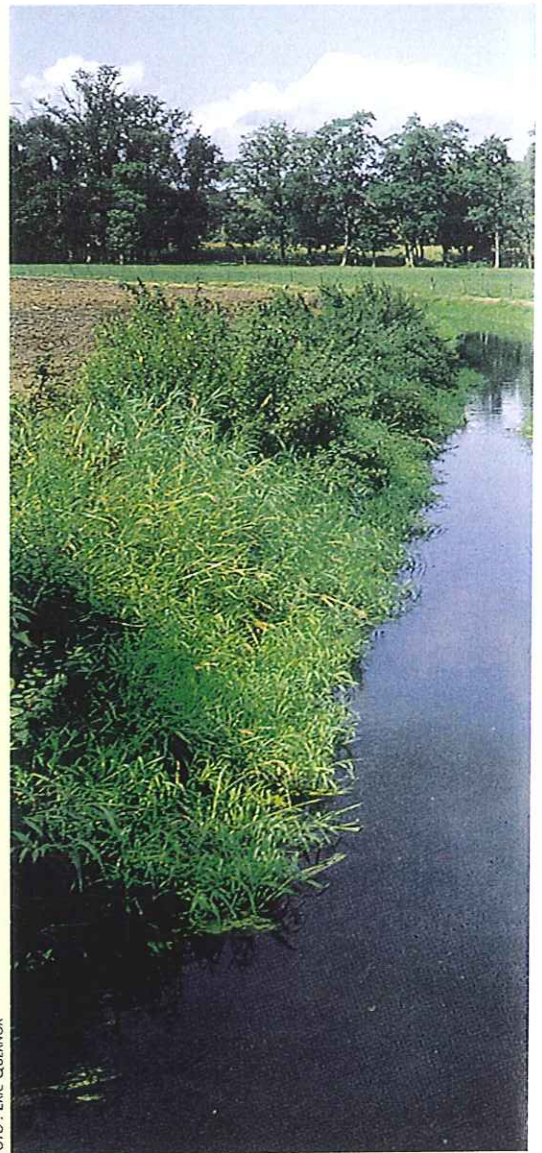


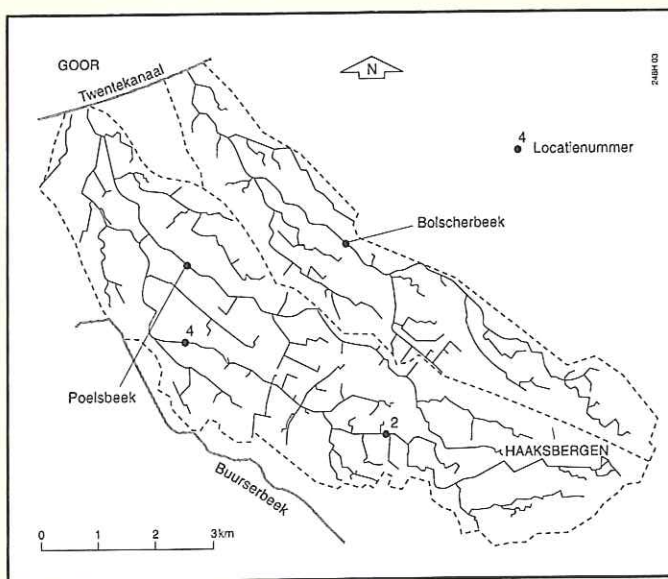
FOTO : ERIC QUERNER

bergingscoëfficiënt. Het vochttransport in de onverzadigde zone wordt op een pseudo-stationaire wijze benaderd, dat wil zeggen volgens een opeenvolging van stationaire situaties. In het algemeen worden tijdstappen gebruikt van 1 dag. Voor het berekenen van de onverzadigde grondwaterstroming kunnen per deelgebied verschillende bodemgebruiksvormen worden ingevoerd.

## Verdamping

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 (gewas-referentieverdamping). Voor de andere gewassen wordt de potentiële verdamping berekend met behulp van gewasfactoren (Hooghart, 1987). De actuele verdamping (evapotranspiratie) hangt af van de vochtvoorraad in de wortelzone (Querner & Van Bakel, 1989).

*Figuur 3 Het stroomgebied van de Poelsbeek en de twee locaties waarvoor het benodigde maaionderhoud is berekend*





## Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater binnen het te modelleren gebied, in werkelijkheid een groot aantal leidingen, wordt gemodelleerd met één oppervlaktewaterpeil. Het waterpeil kan in de tijd veranderen, zoals voor de zomer- en winterperiode. Er wordt geen rekening gehouden met op- en terugstuwing in de waterlopen. Wel kan er rekening worden gehouden dat er geen wateraanvoer mogelijk is (geen water de grond in laten infiltreren).

## Drainage

Voor het berekenen van de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater zijn in het algemeen drie typen ontwateringsmiddelen te onderscheiden, nl. greppels, sloten (tertiair systeem) en de grotere waterlopen (secundair systeem). Van deze ontwateringsmiddelen is verondersteld dat ze in het model egaal verdeeld aanwezig zijn. Voor elk van deze syste-

men wordt de drainage berekend met de formule van Ernst (Ernst, 1978).

## De Poelsbeek als voorbeeld

### Beschrijving gebied

De Poelsbeek ontspringt nabij Haaksbergen (Ov.) en stroomt in noordwestelijke richting om uiteindelijk af te wateren op het Twentekanaal nabij Goor (fig. 3). Het stroomgebied van de Poelsbeek is 4300 ha groot. De meest voorkomende bodemtypen zijn veldpodzolgronden, beekerdgronden en enkeerdgronden. Het gebied is licht hellend (van 30 m + NAP in het zuidoosten tot 12 m + NAP in het noordwesten). Het bodemgebruik is voornamelijk grasland (66%), maïs (22%) en bos (vooral loofbos 12%).

### Afvoer in huidige situatie

Het berekenen van de afvoer in de tijd en de verwachte kans op optreden van een bepaalde afvoer is uitgevoerd met behulp van het model SIMFLOW. De gegevens voor de berekening zijn per grondwatertrap overgenomen uit Querner (1995a). Met het model zijn voor de periode 1951 t/m 1995 de dagelijkse afvoeren uitgerekend voor de Gt's III, IV en VII (voor grondwatertrappenindeling zie De Vries en Van Wallenburg, 1990). De aangenomen waterpeilen voor de huidige situatie zijn weergegeven in tabel 1. De dagelijkse afvoeren zijn per maand van het jaar gegroepeerd om hiermee de verwachte kans op een zekere

afvoer te bepalen. In figuur 4 is voor de huidige situatie de kans op een zekere afvoer per maand weergegeven met een herhalingsdij van 1 en 5 jaar.

Opmerkelijk is de extreme variatie in specifieke afvoer gedurende het jaar voor Gt III en IV, maar bij Gt VII is de afvoer zeer gering en vrij constant. In juni is voor Gt III de specifieke afvoer ruim vijf keer zo laag als in december (fig. 4a). Deze lagere specifieke afvoer in de zomerperiode biedt de mogelijkheid om een hoeveelheid planten in en langs de sloot te laten staan. De waterlopen zijn immers gedimensioneerd op de afvoer in de winter.

## Anti-verdrogingsmaatregelen

De aangenomen waterpeilen voor de varianten zijn weergegeven in tabel 1. De daar aangegeven waterspiegels zijn streefpeilen, maar die peilen zullen zakken in perioden van droogte, omdat er geen wateraanvoer mogelijk is. Voor de drie grondwatertrappen is in de huidige situatie nog sprake van verschillen in waterpeilen. Bij de varianten is het waterpeil voor alle drie de Gt's gelijk gehouden.

### Berekenen afvoer

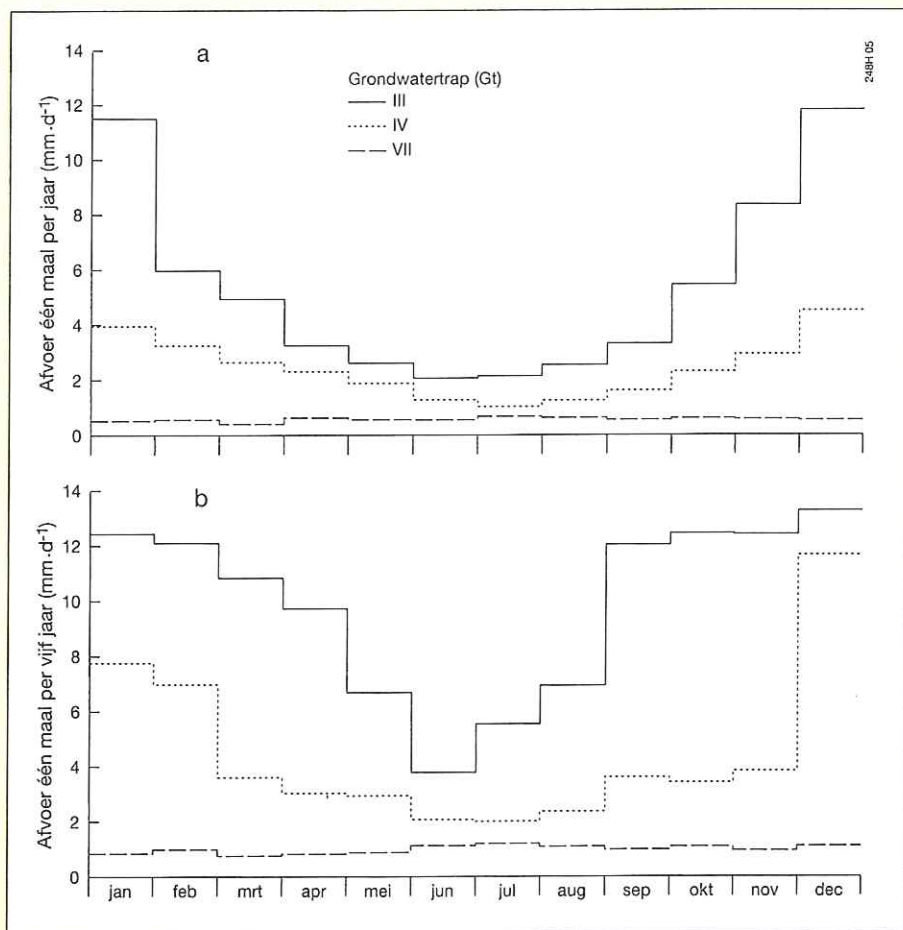
Als voorbeeld geeft tabel 2 voor Gt III enkele maximale afvoeren over het jaar weer. Voor de afvoeren die eens per jaar worden overschreden, is het verschil tussen de winter en zomer groot (vergelijk resultaten voor dec. en juni). Wat opvalt

Tabel 1 Vernattingsvarianten met daarbij de aangehouden oppervlaktewaterpeilen

Variant	Winterpeil (m)	Zomerpeil (m)
Huidige situatie	1,0 (Gt III) en 1,2 (Gt IV en VII)	0,9 (Gt III), 1,0 (Gt IV) en 1,2 (Gt VII)
1	0,9	0,9
2	0,9	0,7
3	0,7	0,7
4	0,7	0,5

Tabel 2 Specifieke afvoer per maand voor Gt III, berekend met het model SIMFLOW voor de varianten en gebaseerd op 45 jaar weersgegevens (De Bilt: 1951 t/m 1995)

a Overschrijdingsfrequentie 1 jaar					
April	3,3	3,3	3,2	4,4	4,7
Juni	2,1	2,1	2,2	2,5	3,0
Augustus	2,6	2,6	3,1	3,6	6,9
Dec./Jan.	11,9	11,8	11,8	11,4	11,4
b Overschrijdingsfrequentie 5 jaar					
April	9,8	10,5	10,4	10,9	11,2
Juni	3,8	4,6	7,0	9,9	9,9
Augustus	7,0	7,0	10,5	11,0	10,6
Dec./Jan.	13,3	13,4	13,4	13,1	13,1



**Figuur 4** Specifieke afvoer per maand voor Gt III, IV en VII, berekend met het model SIMFLOW voor de huidige situatie gebaseerd op 45 jaar weersgegevens

- a Overschrijdingsfrequentie 1 jaar
- b Overschrijdingsfrequentie 5 jaar

is dat door peilverhogingen (verschil tussen variant 1 en 4) in juni de toename in de afvoer beperkt blijft, maar in april en augustus is de toename aanmerkelijk hoger (ca. 50-100%). Voor de afvoeren die eens per vijf jaar optreden (tabel 2), geeft vernatting voor de maanden juni en augustus ook een grote toename in afvoer te zien (75-100%). Deze toename zal van belang zijn voor het maaionderhoud. In de winterperiode is er geen verschil in afvoer tussen de vier varianten (tabel 2).

#### Benodigde maaionderhoud

Maaionderhoud is nodig als waterplanten en oevervegetatie de doorstroming zodanig belemmeren, dat waterpeilen en grondwaterstanden te hoog worden en

(water)overlast veroorzaken. Het programma MWW is hiervoor ontwikkeld om de tijdstippen voor maaionderhoud te berekenen (Querner, 1996).

Voor twee waterlopen in het stroomgebied van de Poelsbeek in Twente is het effect berekend van de vernattingsmaatregelen. De twee locaties zijn weergegeven in figuur 3. De relevante gegevens voor de berekeningen met het model MWW zijn opgenomen in Querner (1995a). Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat de vernattingsmaatregelen in het gehele gebied bovenstrooms van de locaties zijn uitgevoerd. In de berekeningen is het effect van stedelijk gebied (Haaksbergen) buiten beschouwing gelaten. Met het model is het onderhoud uitgerekend dat gedurende het groeiseizoen nodig is. Daarnaast zal eventueel maaionderhoud nodig zijn voor de win-

ter. Bij de berekeningen zijn de afvoeren gebruikt die één keer per vijf jaar optreden. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de specifieke afvoeren per grondwatertrap. Met deze gegevens wordt dan de totale afvoer in een waterloop berekend op basis van de specifieke afvoeren uit het achterliggende stroomgebied.

Als voorbeeld is in figuur 5 voor locatie 2 de toelaatbare en verwachte afvoer weergegeven. De huidige situatie (fig. 5a) wordt vergeleken met variant 3 (fig. 5b) waarbij de waterpeilen aanmerkelijk hoger zijn. In de loop van het groeiseizoen is de afvoer capaciteit van een waterloop onvoldoende en is onderhoud nodig. Voor de huidige situatie blijft het onderhoud beperkt tot één keer. Het doorstroomprofiel vóór onderhoud is daarbij afgenomen tot 40% van het schone dwarsprofiel (fig. 5a). Voor variant 3 is de afvoer in de zomerperiode hoger en daardoor is er vaker onderhoud nodig. In die situatie is er minder begroeiing in de waterlopen acceptabel, het minimale benodigde doorstroomprofiel bedraagt voor variant 3 ca. 55% (fig. 5b).

Voor alle varianten is in tabel 3 de frequentie van maaionderhoud aangegeven. Naast dit maaionderhoud is een maaibeurt voor de winter noodzakelijk. De noodzaak hiervoor is afhankelijk van het tijdstip van de laatste maaibeurt en eventuele hergroei van de waterplanten en oevervegetatie. Voor locatie 2 neemt het onderhoud toe van één keer (huidige situatie en variant 1) tot vier keer (variant 4). Voor locatie 4 is dit van twee keer tot zes keer. Uit deze resultaten blijkt wel dat bij hoge zomerwaterpeilen de noodzaak om onderhoud te plegen sterk gestegen is.

Als de frequentie van maaionderhoud niet wordt aangepast aan de toegenomen afvoer, kan dit ook beschouwd worden als een vorm van anti-verdrogingsmaatregel. Zulke nattere omstandigheden langs die waterlopen kunnen eventueel benut worden om natuurontwikkeling te realiseren.

#### Conclusies

Peilverhogingen hebben niet alleen gevolgen voor grondwaterstanden, maar ook voor het afvoerregime. Als hogere waterpeilen in de zomer worden doorgevoerd, dan neemt daardoor de afvoer toe en daardoor

Tabel 3 Per variant de noodzakelijke frequentie van onderhoud gedurende de zomer berekend met het model MWW (voor locatie 2 en 4 zie fig. 3)					
	Huidige situatie	Varianten			
		1	2	3	4
Locatie 2	1	1	2	3	4
Locatie 4	2	2	2	4	6



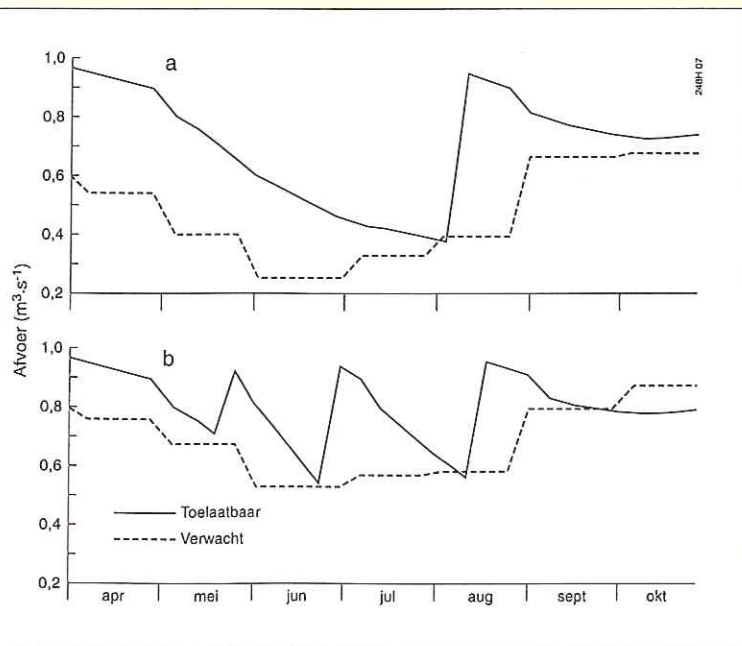
FOTO: ERIC QUERNER

ook de noodzaak om onderhoud uit te voeren. In plaats van frequenter onderhoud, dat grote schade aan de natuurwaarde tot gevolg heeft, kan er ook voor gekozen worden om op de nattere plekken langs waterlopen in landbouwgebieden meer aan natuurontwikkeling te doen. De toename van de afvoer zal afhangen van de drainagekarakteristieken in het gebied. Bij hogere grondwaterstanden zal

het aantal waterlopen die afvoeren toenemen. Deze toename is van belang voor het afvoerregime. In de varianten is het zomerpeil maximaal 0,40 m opgezet. In de zomer is de toename in de afvoeren die daarbij eens per jaar optreden, iets minder dan de toename in de afvoeren die eens per vijf jaar optreden. Het effect van hogere waterpeilen voor de wintersituatie geeft geen verschil in afvoer.

#### Literatuur

- Ernst, L.F., 1978. Drainage of undulating sandy soils with high groundwater tables. *J. Hydrol.* 39: 1-50.
- Hooghart, J.C., 1987. Verdampingscijfers: van Penman naar Makkink. *Waterschapsbelangen* 72(8): 232-235.
- Querner, E.P., 1995a. Vaststellen maaionderhoud in waterlopen; hydrologische benadering. *Het Waterschap* 80(4): 170-175.
- Querner, E.P., 1995b. De stromingsweerstand en de berekening van de afvoer in begroeide waterlopen. *Het Waterschap* 80(9): 350-356.
- Querner, E.P., 1996. Het model MWW; hydrologisch model voor vaststellen en evalueren maaionderhoud. *Het Waterschap* 81(18): 609-611.
- Querner, E.P. & P.J.T. van Bakel, 1989. Description of the regional groundwater flow model SIMGRO. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Report 7.
- Vlasveld, W., 1997. Het maaibootje: een grote gruwel in de polder. *Natura* 2: 50-54.
- Vries, F. de & C. van Wallenburg, 1990. Met de nieuwe grondwatertrappenindeling meer zicht op het grondwater. *Landinrichting* 30(1): 31-36.



Figuur 5  
Tijdstippen  
maaionderhoud  
voor waterloop in  
het stroomgebied  
van de Poelsbeek  
(locatie 2).  
Stroomgebied is  
verondersteld te  
bestaan uit  
gebieden met Gt III,  
IV en VII  
a Huidige situatie  
b Variant 3