



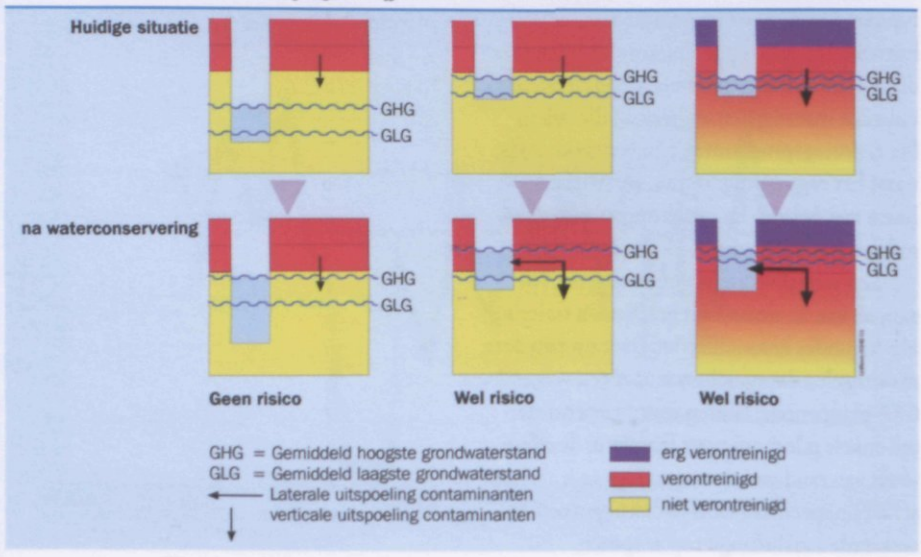
Effecten van waterconservering op de waterkwaliteit in Noord-Brabant en Limburg

JOACHIM ROZEMEIJER, TNO-NITG
JASPER GRIFFIOEN, TNO-NITG

In Brabant en Limburg worden op veel plaatsen stuwen geïnstalleerd en sloten minder diep gemaakt. Het doel van deze lokale waterhuishoudkundige maatregelen is het verminderen van verdroging in landbouw- en natuurgebieden. Naar aanleiding van deze maatregelen rees bij een aantal waterbeheerders de vraag of waterconservering een negatieve invloed kan hebben op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Om deze vraag te beantwoorden, heeft TNO-NITG onderzoek verricht naar de veranderingen van het water- en stoftransport als gevolg van waterconservering. Uit dit onderzoek blijkt dat op de zandgronden slechts een klein risico bestaat op negatieve effecten. Toch bleken de zorgen van de waterbeheerders niet geheel ongegrond; onder bepaalde omstandigheden kan de uitspoeling van verontreinigingen naar het oppervlaktewater toenemen als gevolg van waterconservering. In algemene zin wordt de waterkwaliteit beïnvloed door een complex samenspel, waarbij waterconservering slechts één van de factoren is.

De verhoging van grondwaterstanden in landbouwgebieden door waterconservering kan zowel positieve als negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. Een voorbeeld van een positief effect is de toename van de reductie van nitraat tot stikstofgas (denitrificatie). Een mogelijk negatief effect is het loskomen van geadsorbeerde verontreinigingen, zoals fosfaat, cadmium en koper. Omdat uit een voorstudie[1] bleek dat dit laatste de grootste risico's oplevert voor de waterkwaliteit, staan deze stoffen in dit onderzoek centraal. Het onderzoek richtte zich voornamelijk op de uitspoelingsgevoelige minerale zandgronden in Noord-Brabant en Limburg.

Afb. 1: Wanneer de grondwaterstanden door waterconservering stijgen tot in het bovenste, meest verontreinigde deel van de bodem, is er kans op negatieve effecten voor de waterkwaliteit.



In afbeelding 1 wordt de algemene opzet van het onderzoek geïllustreerd. Over het algemeen is in landbouwgebieden het bovenste deel van de bodem het meest verontreinigd met fosfaat, cadmium en koper. Als de grondwaterstanden ook na waterconservering onder dit meest verontreinigde deel van de bodem blijven, bestaat weinig risico op negatieve effecten voor de waterkwaliteit. Stijgen de grondwaterstanden door waterconservering wel tot in de meest verontreinigde zone, dan kan de uitspoeling van verontreinigingen naar het grond- en oppervlaktewater toenemen (zie foto).

In dit artikel komen twee vragen aan bod:

- Welke bodemchemische processen komen door waterconservering op gang en in welke mate wordt de mobiliteit van fosfaat, cadmium en koper hierdoor beïnvloedt?
- Hoe veranderen de water- en stoffluxen als gevolg van waterconservering en wat voor effecten heeft dit op de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit? Verder zullen enkele algemene inzichten over de relatie tussen bodem, grond- en oppervlaktewater gepresenteerd worden, die tijdens het onderzoek naar voren zijn gekomen.

Bodemchemisch onderzoek

Uit verkennende modelberekeningen blijkt dat in circa tien procent van de zandgronden in Noord-Brabant en noordelijk Limburg de grondwaterstanden tot in het bovenste, meest verontreinigde 20 centimeter van de bodem stijgen[2]. Laboratoriumonderzoek is verricht om na te gaan of de mobiliteit van de verontreinigingen kan veranderen door verandering van de redoxtoestand van de bodem als gevolg van waterverzadigde condities (door waterconservering). Hiertoe zijn grondmonsters genomen bij vijf deelnemers aan de Kenniscirkel Agrarisch Waterbeheer (KAW). De KAW is een groep agrariërs die onder begeleiding van deskundigen experimenteert met verschillende waterbeheerstrategieën[3].

Uit de grondanalyses bleek voornamelijk de bovenste 20 centimeter van de bodem verhoogde gehalten fosfaat, cadmium en koper te bevatten. Door middel van sorptie-experimenten in het laboratorium is bepaald hoe sterk fosfaat, cadmium en koper aan de grond adsorberen. Om de effecten van de door waterconservering verhoogde grondwaterstanden te bepalen, is dit gedaan met zowel de oorspronkelijke grondmonsters als met monsters die gedurende drie keer twee weken onder zuurstofloze omstandigheden geïncubeerd zijn. Uit de incubatie-experimenten bleek dat door de natte, zuurstofloze omstandigheden verschillende bodemchemische processen op gang komen die de waterkwaliteit kunnen beïnvloe-



Sommige zandige landbouwgronden zijn in de winter zo nat, dat zuurstofloze condities ontstaan in het bovenste deel van de bodem.

den: een deel van het organisch materiaal werd afgebroken in samenhang met reducerend oplossen van ijzer- en mangaanoxides. Cadmium en koper kunnen door de redoxreactie gemobiliseerd worden, want cadmium en koper adsorberen in de bodem aan organisch materiaal, kleideeltjes en metaaloxiden. Opgelost in het poriewater kunnen deze verontreinigingen zich verder verspreiden. Vooral koper bleek zich echter in veel gevallen meteen weer te hechten aan andere bodemdeeltjes. Fosfaat adsorbeert vooral aan ijzer- en aluminiumoxides en -humaten. De ijzeroxides lossen onder zuurstofloze condities op, waardoor het gebonden fosfaat ook in oplossing gaat. De experimenten geven aan dat forse verlagingen in het oxide- en organisch stofgehalte kunnen optreden als grond anaëroob wordt. Dit geldt met name voor de meest reactieve A-horizont.

In het veld zullen zuurstofloze condities in de top van zandige landbouwbodems hooguit gedurende korte perioden van het jaar voorkomen. Verontreinigingen die tijdens een natte periode worden gemobiliseerd, kunnen in de volgende drogere periode weer readsorberen, als de grondwaterstand opnieuw gedaald is en de aërobe condities hersteld zijn. De verontreinigingen die wel uitspoelen, zullen voor het grootste deel snel readsorberen in de diepere bodem. Veranderingen in de waterkwaliteit bij waterconservering als gevolg van chemische processen zullen hierdoor slechts geleidelijk optreden en bovendien ook gering zijn.

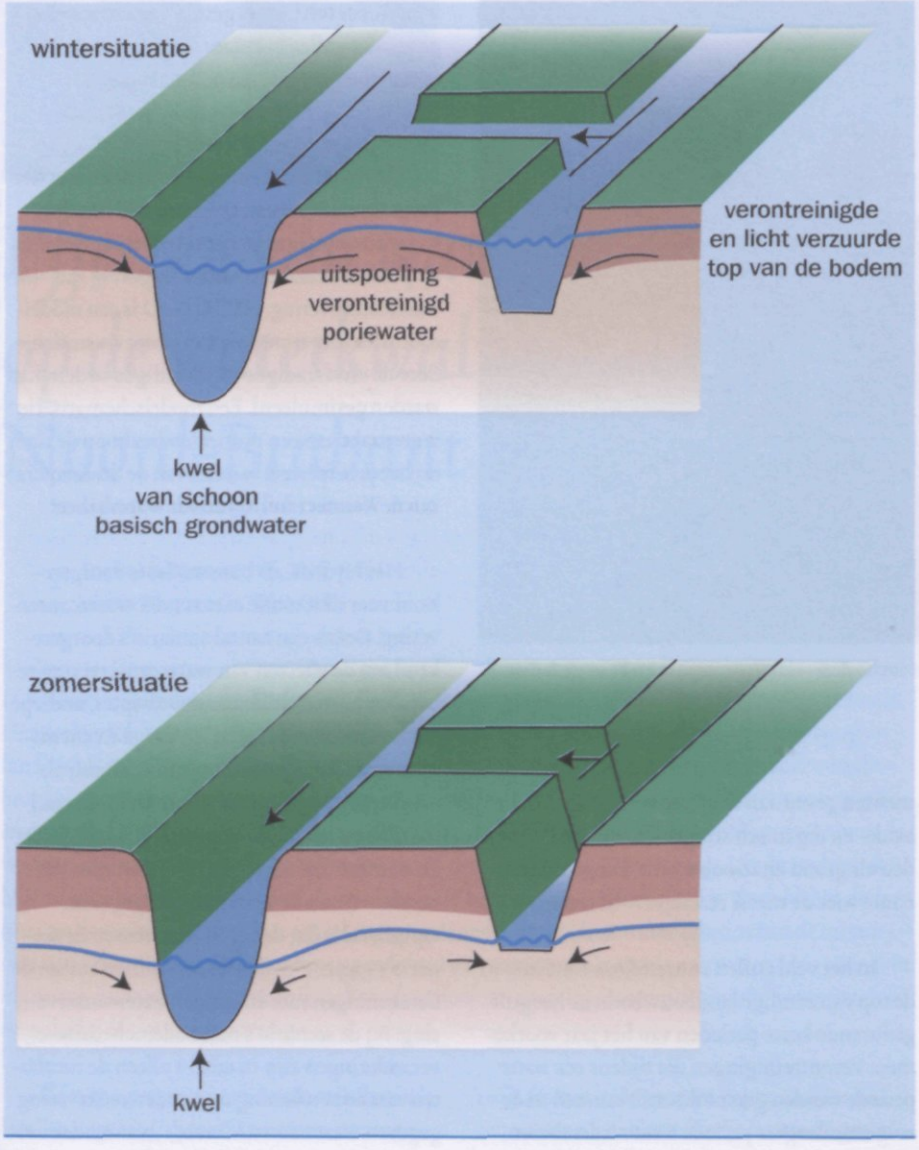
Water- en stoffluxen

Door middel van modelsimulaties met het programma Hydrus-2D[4] is bepaald hoe de waterhuishouding en het transport van stoffen op perceelschaal veranderen als gevolg van waterconservering. HYDRUS-2D is een modelcode waarmee transport van water en stoffen door de onverzadigde en verzadigde bodem kan worden gesimuleerd. Een modelschematisatie is gemaakt van een profiel loodrecht op de sloot bij het proefperceel van één van de deelnemers aan de Kenniscirkel Agrarisch Waterbeheer.

Het Hydrus-2D basismodel is doorgerekend voor de situatie met zonder waterconservering. Ook is een aantal scenario's doorgerekend om de effecten van waterconservering te bepalen bij verschillende slootdieptes, ondiepe slecht doorlatende lagen, drainage en chemische veranderingen. Cadmium is hierbij als voorbeeldstof genomen. Koper en fosfaat zullen globaal hetzelfde reageren op een veranderde waterhuishouding. In tabel 1 worden de resultaten van de berekeningen gegeven. Opvallend is dat de verschillen tussen de scenario's groter zijn dan de verschillen tussen de berekeningen met en zonder waterconservering. Bij de scenario's met bodemchemische veranderingen zijn in tabel 1 alleen de resultaten van de berekening met waterconservering gegeven. Verondersteld wordt immers dat deze veranderingen het gevolg zijn van waterconservering. Voor de kleurcodering zijn deze scenario's vergeleken met het basismodel zonder waterconservering.

Tabel 1. *Vergelijking van enkele uitkomsten van de verschillende rekenscenario's met en zonder waterconservering. Beschouwd is het water dat naar de conserveringssloot uittreedt en gepresenteerd zijn: de totale stofflux met het uittredende poriewater, de gemiddelde concentratie van het uittredende poriewater, de overschrijdingsduur van de MTR-waarde en die van 2,5 keer de MTR-waarde. Negatieve effecten van waterconservering zijn rood gekleurd en positieve effecten groen.*

scenario met/zonder waterconservering	totale afvoer (mg/m²jaar) met	zonder	gemiddelde concentratie (µg/l) met	zonder	minderd dan 2,0 µg/l (MTR) (dagen per jaar) met	zonder	minder dan 5,0 µg/l (dagen per jaar) met	zonder
basismodel	32	44	1,43	1,82	43	100	2,2	1,1
scenario's met alleen hydrologische verandering								
ondiepe slecht doorlatende laag	49	53	1,94	1,85	99	115	3,7	0,25
wateraanvoermogelijkheden	15	44	1,13	1,82	42	100	2,2	1,1
natter gebied	55	67	2,03	2,36	104	124	6,8	1,0
droger gebied	7	18	0,39	0,88	1,0	7,7	0,5	2,1
met drainage	52	40	1,94	1,42	55	47	3,5	1,4
natter gebied met drainage	85	103	2,51	2,86	85	128	7,3	6,0
scenario's met bodemchemische verandering en basismodel								
10% minder sorptie cadmium	33	nvt	1,47	nvt	61	nvt	2,2	nvt
50% minder sorptie cadmium	68	nvt	3,39	nvt	93	nvt	51	nvt



Afb. 2: Bij hoge grondwaterstanden tijdens regenbuien en/of in de winter is de uitspoeling van verontreinigingen naar het oppervlaktewater groter.

Uit de modellering blijkt dat waterconservering zowel positieve als negatieve gevolgen kan hebben voor de waterkwaliteit. De oppervlaktewaterkwaliteit kan in afvoersituaties negatief worden beïnvloed door waterconservering. De verhoogde grondwaterstanden zorgen voor hogere concentraties in het naar het oppervlaktewater uittredende grondwater. Het afgevoerde grondwater is immers afkomstig uit een hoger, meer verontreinigd deel van de bodem. Vooral de piekconcentraties, die optreden na regenbuien, nemen toe door waterconservering. Op de lange termijn zullen, bij aanhoudende extensivering van de landbouw, de piekconcentraties overigens afnemen doordat de verontreinigende stoffen uit de top van de bodem worden gespoeld.

Wanneer infiltratie van slootwater optreedt, hangt het effect van waterconservering af van de kwaliteit van het aangevoerde oppervlaktewater. Door waterconservering neemt de infiltratie van oppervlaktewater naar het grondwater bij de stuw toe. Voornamelijk in gebieden met extra aanvoer van oppervlaktewater kan veel infiltratie optreden. Bij een goede kwaliteit van het infiltrerende oppervlaktewater kan de bodem hierdoor als het ware worden schoongespoeld. Bij de modellering is er vanuit gegaan dat het infiltrerende slootwater verwaarloosbare concentraties cadmium bevat. In afvoersituaties wordt dit schone water weer afgevoerd. Hierdoor zijn de effecten van waterconservering op de kwaliteit van het uittredende poriewater bij de meeste scenario's positief (tabel 1).

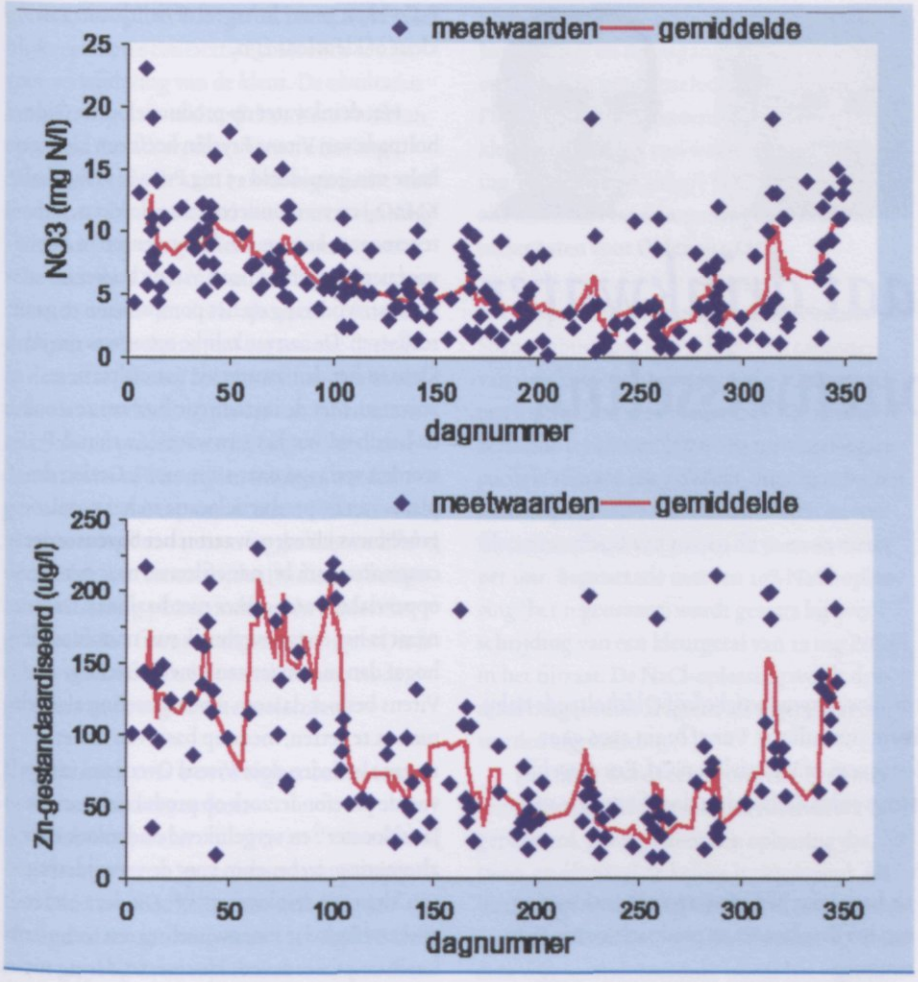
Uit vergelijking tussen de scenario's blijkt dat buisdrainage veel invloed uitoefent op de oppervlaktewaterkwaliteit. Wanneer het grondwater stijgt tot boven het drainageniveau, wordt het versneld afgevoerd naar het oppervlaktewater. In natte periodes betekent dit dat het regenwater direct via de verontreinigde bovengrond en de drainagebuizen tot afvoer komt. Zonder drainage is de reistijd naar het oppervlaktewater langer, waardoor de bufferende werking van de ondergrond groter is. Uit eerder onderzoek[5],[6] bleek dat de kwaliteit van drainagewater relatief slecht is. Als gevolg van waterconservering kan de wateraf-voer via de drainagebuizen worden vergroot. Gezien de hoge stofconcentraties in drainagewater heeft dit relatief grote negatieve invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit (zie tabel 1).

Relatie bodem-grondwater-oppervlaktewater

Uit de modellering komt naar voren dat een sterke relatie bestaat tussen de belasting van het oppervlaktewatersysteem en de grondwaterstand. Dit is voor de huidige situatie in landbouwgebieden, waarbij het bovenste deel van de bodem het meest verontreinigd is, geïllustreerd in afbeelding 2. Bij hoge grondwaterstanden in de winter wordt grondwater afgevoerd dat afkomstig is uit het verontreinigde bovenste deel van de bodem. Hierdoor zijn de stofconcentraties in het oppervlaktewater hoger bij hoge grondwaterstanden. Tijdens forse regenbuien kunnen de grondwaterstanden extra hoog oplopen, wat concentratiepieken in het naar het oppervlaktewater uittredende grondwater veroorzaakt. In droge periodes in de zomer bestaat de oppervlaktewaterafvoer uit grondwater dat afkomstig is uit de minder verontreinigde, diepere ondergrond. Deze basisafvoer is daardoor van betere kwaliteit dan de afvoer in nattere perioden.

Voor een aantal beken in West-Brabant is onderzocht of de seizoensafhankelijkheid van de waterkwaliteit inderdaad valt op te maken uit de monitoringsgegevens[7]. De meetnetgegevens hebben betrekking op de bovenlopen van een aantal door landbouwgebieden stromende beken. Voor meerdere stoffen (bijvoorbeeld cadmium, zink, nitraat) liggen de concentraties in de winter duidelijk hoger dan in de zomer. Ook de pH is hoger in de winter. Opvallend is dat het seizoensafhankelijke verloop niet direct duidelijk is bij de sterkst adsorberende stoffen, zoals koper en fosfaat. Het patroon in de koper- en fosfaatconcentraties vertoont echter wel pieken, die waarschijnlijk veroorzaakt worden door forse regenbuien. Door het ontbreken van monitoringsgegevens op kortere tijdsschaal is het echter niet mogelijk ook de reactie van de onderzochte beken op individuele regenperiodes te bepalen. Bovendien zullen bij grote afvoeren ook andere processen de oppervlaktewaterkwaliteit beïnvloeden. Voorbeelden hiervan zijn resuspensie van verontreinigde waterbodems, erosie van oevers, oppervlakkige afstroming en riooloverstorten.

Uit de monitoringsgegevens van de West-Brabantse beken bleek ook dat de MTR-waar-



Afb. 3: Seizoensafhankelijkheid van zink en stikstof in het Merkse (Noord-Brabant). De concentratie zink is gestandaardiseerd naar 30 mg zwevend stof/l. Geteld is vanaf 1 januari.

des van veel stoffen in de huidige situatie al veelvuldig worden overschreden in landbouwgebieden. De modelsimulaties met Hydrus-2D geven aan dat dit oppervlaktewaterkwaliteitsprobleem in de toekomst verder zal toenemen: in de toekomst zullen de bodemverontreinigingen verder uitspoelen. Hierdoor zal ook de kwaliteit van de basisafvoer verslechteren. Aan de andere kant is de verwachting dat de piekconcentraties na regenbuien in de toekomst zullen afnemen. Dit komt doordat het bovenste deel van de bodem door het strengere mestbeleid naar verwachting schoner zal worden.



Conclusie

Bij waterconservering in landbouwgronden kunnen redoxreacties optreden die de adsorptiecapaciteit van de grond voor verontreinigingen doen veranderen. Reducerende omstandigheden in het meest verontreinigde, bovenste deel van de bodem zijn niet permanent te verwachten in de landbouwpercelen op minerale zandgronden. In droge periodes kunnen de verontreinigingen, die in natte periodes gemobiliseerd zijn, weer readsorberen. De bodem als geheel heeft een bufferende werking op de bodemchemische processen die door waterconservering geïnduceerd worden en veranderingen zullen slechts geleidelijk optreden.

Naast bodemchemische veranderingen treden ook veranderingen op in de relatie bodem-grondwater-oppervlaktewater. Door waterconservering stijgen de grondwaterstanden. Bij hoge grondwaterstanden wordt grondwater afgevoerd, dat afkomstig is uit het verontreinigde bovenste deel van de bodem. Hierdoor zijn voor meerdere verontreinigende stoffen de stofconcentraties in het oppervlaktewater in landbouwgebieden in de winter hoger dan in de zomer. Tijdens forse regenbuien kunnen de grondwaterstanden extra hoog oplopen, wat concentratiepieken in het naar het oppervlaktewater uittredende grondwater veroorzaakt. De door waterconservering stijgende grondwaterstanden versterken dit effect.

Andere (geo)hydrologische factoren hebben ook veel invloed op de waterkwaliteit. Met name buisdrainage blijkt erg belangrijk te zijn en waterconservering heeft een relatief groot negatief effect bij gedraineerde landbouwpercelen. Wanneer infiltratie van oppervlaktewater naar het grondwater optreedt, is het effect van waterconservering afhankelijk van de oppervlaktewaterkwaliteit. Als gevolg van waterconservering neemt de infiltratie van oppervlaktewater bij de stuw toe. Bij een goede kwaliteit van het infiltrerende oppervlaktewater kan de bodem hierdoor worden 'schoongespoeld'. ¶

LITERATUUR

1) *Alterra (2003). Waterconservering.*
2) *Rozemeijer J., J. Griffioen en B. van der Grift (2004). Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO. Rapport NITG 04-057-B.*
3) *Bos L., P. de Louw en R. de Bruin (2004). CLM/TNO-NITG/Streekwijzer. Eindrapport.*
4) *Simunek J., M. Sejna en M. van Genuchten (1999). HYDRUS-2D versie 2.0. International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines.*
5) *Eertwegh G. van den (2002). Proefschrift Universiteit Wageningen.*
6) *Vos J. (1997). Proefschrift Universiteit Wageningen.*
7) *Griffioen J. en J. Rozemeijer (2004). TNO-NITG. Rapport NITG 04-082-B.*