

32/umb(561) 2<sup>e</sup> ex.

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

**Vermindering van de nutriëntenbelasting naar het  
oppervlaktewater**

**Verkenning van de mogelijkheden in het voorbeeldgebied 'De Hilver'**

**F.J.E. van der Bolt  
J.H.A.M. Steenvoorden**

**Rapport 561**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1997**

24 OKT. 1997



Urn 92361-y

## REFERAAT

Bolt, F.J.E. van der en J.H.A.M. Steenvoorden, 1997. *Vermindering van de nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater; verkenning van de mogelijkheden in het voorbeeldgebied 'De Hilver'*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 561. 56 blz.; 2 fig.; 2 tab.; 8 ref.

De mogelijkheden om de waterkwaliteit voor de nutriënten stikstof en fosfor te verbeteren zijn verkend. Daartoe zijn relevante processen benoemd en zijn mogelijke maatregelen geïnventariseerd. Voor voorbeeldgebied De Hilver is geprobeerd de effecten van enkele maatregelen op basis van eerder uitgevoerd modelonderzoek te schatten. Het landbouwbedrijfsleven kan de emissie van stikstof verminderen. De belasting met fosfor kan worden gereduceerd door uitputten of afgraven van fosfaatlekkende gronden. De waterkwaliteit wordt beïnvloed door inrichtingsmaatregelen in het kader van waterbeheer, verdrogingsbestrijding en vernatting t.b.v. natuurontwikkeling. Een sterke vernatting leidt tot een slechtere oppervlaktewaterkwaliteit. Om de waterkwaliteit te verbeteren moeten beleidsterreinen worden afgestemd en moeten meer partijen aan dit proces bijdragen.

Trefwoorden: De Hilver, gebiedsgericht beleid, integraal waterbeheer, nutriëntenbelasting, oppervlaktewaterkwaliteit

ISSN 0927-4499

©1997 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Project 7803

[RAP561.EVR / 08-97]

## Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Gevolgde werkwijze	15
3 Transport en processen van nutriënten in het milieu	17
4 Mogelijke maatregelen en hun effecten	21
4.1 Brongerichte maatregelen	21
4.2 Effectgerichte maatregelen	23
4.3 Effectiviteit van de maatregelen	24
5 Resultaten van maatregelen in de Beerze/Reusel-studie	27
5.1 Bemestingsniveaus	27
5.2 Gebiedsgericht milieubeleid	28
5.3 Veranderingen in grondgebruik en verwervingstempo EHS	28
5.4 Waterhuishouding	29
6 Kwantificeren van de effecten van de maatregelen	35
7 Discussie en conclusies	37
Literatuur	41
1 Aanleiding	47
2 Opzet	47
3 Discussie	48
<b><i>Aanhangsels</i></b>	
1 Fysisch-chemische processen	43
2 Lijst met mogelijke maatregelen ter reductie van de nutriëntenemissie	45
3 Mate waarin de ingrepen/maatregelen consequenties hebben voor de landbouwkundige bedrijfsvoering	47
4 Potentiële maatregelen voor bestrijding van vermesting geordend naar beleidsterrein	51
5 Maatregelen in de Hilver	53
6 Door waterschap de Dommel gemeten fosfaatconcentraties in de periode 1980-1986.	55

## Woord vooraf

In opdracht van de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant (GTD) heeft DLO-Staring Centrum een verkennende studie uitgevoerd naar de mogelijkheden om de oppervlaktewaterwaterkwaliteit voor de nutriënten stikstof en fosfor te verbeteren. Landinrichtingsgebied De Hilver is gebruikt als voorbeeldgebied om de effecten van de ingrepen beter te kunnen schatten. Op basis van deze studie wordt door Waterschap de Dommel besloten of het zinvol is een modelstudie in Landinrichtingsgebied De Hilver uit te voeren om de effecten van de potentiële ingrepen beter te onderbouwen en om via een integrale gebiedsgerichte aanpak de maatregelen te optimaliseren om de gewenste algemene waterkwaliteit te realiseren.

Deze verkennende studie is begeleid door een commissie waarin zitting hebben gehad:

ir. E.C.W.A. Geuze (GTD), vz.,  
dr. J. Hemelraad (GTD),  
ing. M. van Betuw (Waterschap de Dommel),  
ing. F. van Dongen (Waterschap de Dommel),  
ing. P. Voorn (Waterschap de Dommel),  
drs. A. Mol (Prov. Noord-Brabant),  
ir. F. Helmich (Prov. Noord-Brabant)

De provincie Noord-Brabant, de Dienst Landelijk Gebied Noord-Brabant, het landbouwbedrijfsleven en waterschap de Dommel hebben gegevens geleverd.

Naast de auteurs hebben ook de volgende DLO-medewerkers een bijdrage aan dit rapport geleverd: A.H.J. van der Putten (AB-DLO, aanhangsel 3), C.W.J. Roest, O.F. Schoumans, M.J.D. Hack-ten Broeke, P.Groenendijk en J.W.H. van der Kolk (allen SC-DLO).

## Samenvatting

In het beheergebied van Waterschap de Dommel worden de oppervlakte-waterkwaliteitsdoelstellingen voor stikstof en fosfor op dit moment niet gehaald. Het waterschap moet beleid voeren om de vermessing van het oppervlaktewater terug te dringen. Het waterschap heeft reeds beleid in uitvoering met betrekking tot de sanering van riooloverstorten en de verbetering van zuiveringsinstallaties. In deze studie staat in het landelijk gebied met name de bijdrage van de landbouw aan de belasting met stikstof en fosfor centraal, ook al spelen in het landelijk gebied soms andere bronnen (zoals de overstort van riolen) eveneens een rol. Als voorbeeldgebied is landinrichtingsgebied De Hilver geselecteerd.

Deze studie moet duidelijk maken:

- Welke maatregelen op basis van bestaande kennis over de nutriëntenhuishouding effectief worden geacht om de oppervlaktewaterkwaliteit voor stikstof en fosfor te verbeteren.
- Welke maatregelen beleidsmatig relevant zijn.
- Welke kennis beschikbaar is uit de reeds uitgevoerde Beerze/Reusel-studie.
- Welke kennis voor het kwantificeren van effecten van maatregelen ontbreekt. Eventuele oplossingsrichtingen/maatregelen zijn in principe algemeen voor de hellende zandgebieden.

De waterkwaliteit kan worden beïnvloed via bron- en effectgerichte maatregelen.

Brongerichte maatregelen zijn:

- beperken landbouwkundige verliezen,
- aanleg bufferzônes,
- opvang en verwerking van erfafspoeling en bedrijfsafvalwater,
- uit productie nemen van landbouwgrond,
- hoeveelheid drainagewater (met korte verblijftijden) minimaliseren,
- rioolwateroverstorten minimaliseren,
- reduceren van de nutriëntenbelasting door rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Effectgerichte maatregelen zijn:

- beperken van oppervlakkige afstroming,
- aanvullen van de vochtvoorraad in de wortelzône,
- normaliseren/hermeanderen,
- waterconservering en/of vernatten,
- aanpassen van de profielen van waterlopen,
- uitputten van de voorraden,
- afgraven.

Niet alle maatregelen hebben een soortgelijk effect op de belasting van grond- en oppervlaktewater. De grootte van de effecten van de verschillende maatregelen is sterk afhankelijk van de lokale abiotische omstandigheden en de uitgangssituatie. In het algemeen kan worden gesteld dat brongerichte maatregelen het meest duurzaam zijn. Aanvullend kunnen effectgerichte maatregelen worden gebruikt om de

milieubelasting op kortere termijn te verminderen. Om de invloed van maatregelen in te schatten moet inzicht worden verkregen in de bijdrage van een maatregel op de oppervlaktewaterkwaliteit. Daartoe moeten de bronnen binnen het studiegebied worden gekwantificeerd en is het nodig kennis te hebben van de grootte van gebiedsspecifieke processen in bodem en oppervlaktewater. De effecten van de maatregelen kunnen worden gekwantificeerd met behulp van integrale, gebiedsspecifieke modelstudies.

In het kader van natuurontwikkeling en verdrogingsbestrijding worden maatregelen voorzien die onbedoelde, ook negatieve, effecten hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit. Om de gestelde waterkwaliteitsdoelstelling te bereiken en om eventuele nadelige effecten als gevolg van vernatting te compenseren zijn aanvullende maatregelen nodig. In deze verkennende studie zijn op basis van beschikbare kennis inschattingen gemaakt van potentiële maatregelen en hun gevolgen op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in voorbeeldgebied De Hilver.

De verantwoordelijkheid voor de oppervlaktewaterkwaliteit berust bij het waterschap. De oppervlaktewaterkwaliteit vormt evenwel de resultante van invloeden vanuit verschillende beleidsterreinen en verschillende bestuurlijke instanties. Om de waterkwaliteit in het landelijk gebied effectief te kunnen verbeteren is het nodig dat meer partijen aan dit proces bijdragen; waterschap, agrariërs, terreinbeheerders en provincie moeten samenwerken om de belasting van het oppervlaktewater te reduceren en nadelige gevolgen voor andere functies te minimaliseren. Ingrepen in de waterhuishouding (afwatering, peilbeheer, onderhoud) hebben bijvoorbeeld directe invloed op de agrarische bedrijfsvoering. Omgekeerd kan ook op perceelsniveau water worden beheerd (beregening, drainage, bemesting, gewaskeuze, teeltplan, bedrijfsvoering, onderhoud).

De na te streven oppervlaktewaterkwaliteit moet worden bereikt door het vinden van perspectiefvolle combinaties van maatregelen op het gebied van:

- nutriëntenmanagement en waterbeheer op bedrijfsniveau,
- waterbeheer,
- inrichting van terreinen,
- ruimtelijk beleid.

Het waterschap voert met uitzondering van de rioolwaterzuiveringsinstallaties geen direct beheer over bronnen van de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor. Bronnen die mogelijk op termijn via vergunningverlening door het waterschap kunnen worden gereduceerd zijn: bedrijfsafvalwater uit de landbouw, drainagewater en rioolwateroverstorten. Effectgerichte maatregelen die het waterschap kan nemen zijn: waterconservering en vernatten, herprofilieren en saneren van waterbodems.

Op bedrijfsniveau kan de belasting van het oppervlaktewater van met name stikstof worden gereduceerd door aanpassen van het beweidingssysteem, de toediening van meststoffen, de keuze van de gewassen, het creëren van bufferzônes en de grondbewerking. Welk effect met wijzigingen in de bedrijfsvoering kan worden bereikt zonder dat de opbrengsten teruglopen is nu niet aan te geven. Om de effecten

van wijzigingen in de agrarische bedrijfsvoering op de milieubelasting te kwantificeren moeten de nutriëntenstromen op bedrijfsniveau in hun onderlinge samenhang en in wisselwerking met de bodem en de waterhuishouding worden gekwantificeerd.

Binnen het studiegebied is een klein areaal (overbemeste gronden met hoge grondwaterstanden) voor een belangrijk deel verantwoordelijk voor de belasting van het oppervlaktewater met fosfor. Deze belasting neemt waarschijnlijk toe door de sterke vernatting t.b.v. natuurontwikkeling. Om (deze toename in) de belasting met fosfor terug te dringen zouden de fosfaatlekkende gronden moeten worden geïdentificeerd en zouden de meest effectieve oplossingen moeten worden gezocht om de afspoeling te verminderen. De mogelijkheden van waterbeheer moeten hierin zeker worden meegenomen.

Voordat bestuurlijke besluitvorming over de te nemen maatregelen zowel t.a.v. stikstof als fosfor mogelijk is moet informatie beschikbaar zijn over de effectiviteit van maatregelen en de wisselwerking met andere beleidsterreinen zoals ruimtelijke ordening (waterafhankelijke natuurontwikkeling), verdrogingsbestrijding en mestbeleid.

De effecten van de maatregelen op de belasting van (grond- en) oppervlaktewater zijn afhankelijk van het type maatregel, de lokale abiotische omstandigheden en de uitgangssituatie van de bodem. Om deze effecten in te kunnen schatten is kennis nodig van de gebiedsspecifieke processen en moeten de bronnen gekend zijn. Daartoe moeten binnen het studiegebied relevante gegevens worden gemeten. De effecten van de maatregelen kunnen worden gekwantificeerd met behulp van een integrale, gebiedsspecifieke modelstudie. Met een dergelijke modelstudie kunnen de meest perspectiefvolle maatregelen binnen het gebied worden geïdentificeerd. Ook kunnen deze maatregelen worden gecombineerd (of zelfs geoptimaliseerd) om een maximaal effect op de oppervlaktewaterkwaliteit te realiseren. Een dergelijke modelstudie kan worden gebruikt om beleid te onderbouwen en om een optimale invulling van inrichtingsmaatregelen binnen een gebied te realiseren.

## 1 Inleiding

De waterbeheerders in Nederland hebben de taak om de doelstellingen te realiseren voor de oppervlaktewaterkwaliteit met betrekking tot stikstof en fosfor. In het beheergebied van Waterschap de Dommel (Noord-Brabant) wordt deze doelstelling anno 1997 niet gehaald. Uitgaande van de huidige waterkwaliteit is het eerste globale doel voor waterschap de Dommel om te proberen de algemene waterkwaliteitsnormen te halen:

- $N_{\text{tot}}$  van  $2,2 \text{ mg.l}^{-1}$  in het zomerhalfjaar
- $P_{\text{tot}}$  van  $0,15 \text{ mg.l}^{-1}$  in het zomerhalfjaar

Het waterschap is reeds begonnen met de sanering van riooloverstorten en de verbetering van zuiveringsinstallaties in het stedelijk gebied. Voordat in het landelijk gebied ingrepen worden gerealiseerd, wil het waterschap een overzicht hebben van de maatregelen om de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren en wil het waterschap inzicht hebben in de effectiviteit van de diverse maatregelen onder verschillende abiotische omstandigheden. Het waterschap wil meer inzicht krijgen in de mate waarin in het landelijk gebied de landbouw bijdraagt aan de belasting met stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater en de wijze waarop de landbouwsector zou kunnen bijdragen aan het verminderen van die belasting. Besloten is om DLO-Staring Centrum daartoe in een voorbeeldgebied een verkennende studie uit te laten voeren.

Deze verkennende studie moet duidelijk maken:

- Welke maatregelen op basis van bestaande kennis over de nutriëntenhuishouding effectief worden geacht om de oppervlaktewaterkwaliteit voor stikstof en fosfor te verbeteren.
- Welke maatregelen beleidsmatig relevant zijn.
- Welke kennis beschikbaar is uit de Beerze/Reusel-studie (Van der Bolt et al., 1996a, Van der Bolt et al., 1996b, Van der Bolt et al., 1996c, Groenendijk en Van der Bolt, 1996).
- Welke kennis voor het kwantificeren van effecten van maatregelen ontbreekt.

Als voorbeeldgebied is landinrichtingsgebied De Hilver geselecteerd omdat:

- er reeds een aantal studies in dit gebied zijn verricht die mede gebruikt kunnen worden om de vraagstelling van deze verkennende studie te beantwoorden,
- binnen De Hilver een aantal kleinere deelstroomgebiedjes zonder rioolwaterzuiveringsinstallaties en overstorten voorkomen die daardoor geschikt zouden kunnen zijn als modelgebied voor een eventuele vervolgstudie.

Eventuele oplossingsrichtingen/maatregelen zijn niet beoogd specifiek voor het voorbeeldgebied maar zijn in principe algemeen voor de hellende zandgebieden en dus voor het beheergebied van Waterschap de Dommel. Er bestaat geen direct verband tussen deze studie en het landinrichtingsplan De Hilver.



Vanuit een verbeterde oppervlaktewaterkwaliteit binnen het beheergebied kan eventueel in een volgend stadium worden geprobeerd om via aanvullende gebiedsgerichte normstelling op de gebruiksfuncties binnen het gebied in te spelen. Op dit moment kan een gebiedsgerichte normstelling niet worden onderbouwd omdat de kennis t.a.v. verschillen binnen het gebied m.b.t. effecten van maatregelen, haalbare waterkwaliteit en gewenste waterkwaliteit nog ontbreekt. Het waterschap overweegt een vervolgstudie om de oppervlaktewaterkwaliteit in het landelijk gebied beter in beeld te krijgen en om de effecten van potentiële ingrepen op de oppervlaktewaterkwaliteit te kwantificeren.

In hoofdstuk 2 wordt de gevolgde werkwijze van deze verkennende studie beschreven. Daarna worden de lotgevallen van de nutriënten stikstof en fosfor beschreven (hoofdstuk 3). De mogelijke maatregelen en hun algemene effecten worden besproken in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten van een eerder voor de stroomgebieden van de Beerze en Reusel uitgevoerde studie vertaald naar voorbeeldgebied De Hilver. Wat er moet gebeuren om de effecten van de maatregelen gebiedgedifferentieerd te kwantificeren wordt in hoofdstuk 6 besproken. In hoofdstuk 7 volgen de discussie en de conclusies.

## 2 Gevolgde werkwijze

Allereerst heeft de opdrachtgever aangegeven, welke doelstellingen m.b.t. waterkwaliteit en waterkwantiteit van grond- en oppervlaktewater en stikstof- en fosfaatoverschotten de beleidsmakers/beheerders (rijk, provincie, waterschap, boeren) de komende jaren in het voorbeeldgebied De Hilver (fig. 1) trachten te realiseren.



*Fig. 1 Ligging van De Hilver (donker), het modelgebied van de Beerze/Reusel-studie (licht) en het beheergebied van waterschap de Dommel (grijs).*

Vervolgens is op basis van beschikbare expertise een lijst gemaakt van de maatregelen die de oppervlaktewaterkwaliteit voor stikstof en fosfor kunnen verbeteren. De maatregelen op bedrijfsniveau zijn met vertegenwoordigers uit de agrarische sector besproken. Daarbij is geïnventariseerd in welke mate de potentiële maatregelen consequenties voor de landbouwkundige bedrijfsvoering hebben.

Daarna is onderzocht welke effecten op de uit- en afspoeling van deze maatregelen zijn te verwachten: de algemene effecten op de stikstof- en fosforverliezen zijn ingeschat op basis van de bij de geraadpleegde onderzoekers aanwezige expertise en zijn voor het voorbeeldgebied geschat op basis van resultaten uit de Beerze/Reusel-studie. (In het gebied van de Beerze, Reusel en Rosep is in opdracht van de provincie Noord-Brabant een omvangrijke studie uitgevoerd waarbinnen de regionale waterhuishouding en de nutriëntenhuishouding zijn gekwantificeerd m.b.v. deterministische simulatiemodellen (Van der Bolt et al., 1996a, b, c; Groenendijk en Van der Bolt, 1996)). Om de effecten te verklaren zijn de relevante transport-, omzettings- en vastleggingsprocessen beschreven.

Vervolgens is gekeken wie/welke instantie (rijk, provincie, waterschap, boeren) verantwoordelijk is voor het daadwerkelijk uitvoeren van de potentiële maatregelen. Hieruit volgt welke partijen bij eventueel vervolgonderzoek en de implementatie van de maatregelen zouden moeten worden betrokken om een zo groot mogelijk draagvlak te creëren om de oppervlaktewaterkwaliteit te kunnen verbeteren.

### 3 Transport en processen van nutriënten in het milieu

Nutriënten kunnen terechtkomen in vier milieucompartimenten: atmosfeer, bodem, grondwater en oppervlaktewater. Het milieucompartiment atmosfeer wordt in deze studie verder niet in beschouwing genomen. De nutriënten komen in eerste instantie in het bodemsysteem terecht en bereiken van daaruit via verschillende routes het grond- en het oppervlaktewater. Een deel van de belasting die in het (bovenste) grondwater terechtkomt kan het oppervlaktewater bereiken, de rest bereikt het diepe grondwater. De nutriënten stikstof en fosfor bereiken deze compartimenten in minerale vorm (nitraat, ammonium, fosfaat) of in organische stof. In het bodemcompartiment zijn voorraden stikstof (overwegend in organische stof) en fosfor (overwegend in minerale vorm) aanwezig die leiden tot een naijlingseffect (maatregelen leiden niet direct tot een maximaal effect). De belasting via organische stof lijkt met name relevant voor het oppervlaktewatersysteem. Anno 1997 worden in het grondwater nog geen verhoogde concentraties fosfaat aangetroffen. Omdat blijkbaar nog geen sprake is van belasting van het grondwater met fosfaat (als gevolg van de grote buffercapaciteit van de bodems) is het effect van maatregelen hierop niet relevant. Deze studie is gericht op de belasting van het oppervlaktewater met totaal-stikstof en fosfaat. De belasting van het grondwater met nitraat is meegenomen omdat ingrepen in de waterhuishouding ook deze belasting kunnen beïnvloeden.

Nutriënten worden getransporteerd met water. De waterhuishouding bepaalt de verdeling over deze compartimenten. Bij diepe grondwaterstanden (wegzijgingsgebieden) treedt hoofdzakelijk belasting op van het grondwater, bij ondiepe grondwaterstanden (kwelgebieden) treedt vnl. belasting van het oppervlaktewater op. Binnen deze compartimenten kunnen een aantal fysisch-chemische processen optreden (aanhangsel 1) waarvan alleen de belangrijkste hier worden genoemd:

- gewasopname van stikstof- en fosforverbindingen,
- mineralisatie van stikstof- en fosforverbindingen,
- denitrificatie van nitraat,
- sorptie van fosfaat.

Of deze processen optreden, en zo ja in welke mate, is in belangrijke mate afhankelijk van het bodemtype en de vochtvoorziening. Omdat binnen het studiegebied hoofdzakelijk zandgronden voorkomen blijft de analyse in dit stuk beperkt tot de zandgronden. In De Hilver komen zowel kwel- als wegzijgingsgebieden voor. Kwelgebieden zijn relatief laaggelegen, zijn van nature nat en hebben (bij landbouwkundig gebruik) een intensief ontwateringssysteem; wegzijgingsgebieden zijn relatief hooggelegen, zijn droog en worden nauwelijks ontwaterd. Water stroomt van de infiltratiegebieden naar kwelzônes als gevolg van potentiaalverschillen. Doordat de stroming een weerstand ondervindt (en als gevolg van een doorgaande voeding) blijft het potentiaalverschil bestaan. Ook de ontwatering (stroming van grondwater naar het oppervlaktewatersysteem) wordt aangedreven door

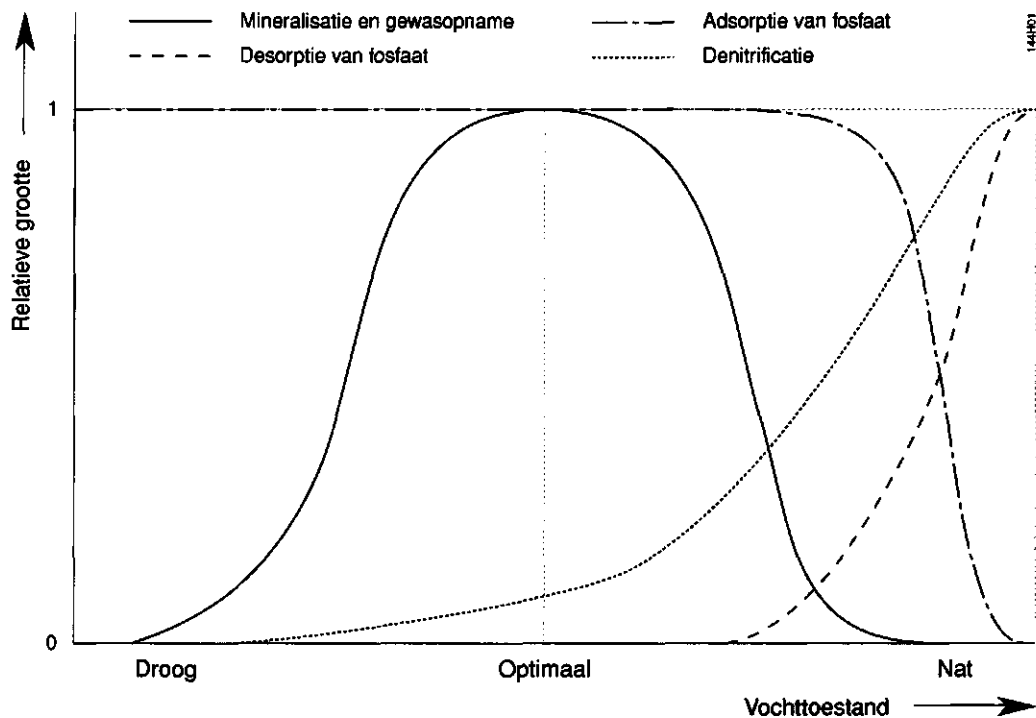


Fig. 2 Globale invloed van de vochttoestand van de bodem op de fysisch-chemische processen gewasopname, mineralisatie, denitrificatie en sorptie van fosfaat.

potentiaalverschillen. De weerstand die hierbij optreedt wordt de drainageweerstand genoemd. Veranderingen in het oppervlaktewatersysteem (peilverandering, verondiepen van de drainagebasis) kunnen leiden tot veranderingen van de potentiaal en de ontwateringsfluxen in/naar het oppervlaktewatersysteem en in/van het grondwatersysteem. Ingrepen in kwelgebieden beïnvloeden de grondwaterstanden en stromingsfluxen in de wegzijgingsgebieden en omgekeerd. Lokale ingrepen in de waterhuishouding kunnen daardoor in een veel groter gebied (regionaal) de waterhuishouding beïnvloeden.

De fysisch-chemische processen worden beïnvloed door de waterhuishouding (fig. 2):

- Gewasopname: neemt van droog naar optimaal ontwaterd toe en neemt van optimaal ontwaterd naar nat af.
- Mineralisatie: neemt van droog naar optimaal ontwaterd toe en neemt van optimaal ontwaterd naar nat af.
- Denitrificatie: neemt van droog naar optimaal ontwaterd toe en neemt van optimaal ontwaterd naar nat sterk toe; ook in de waterbodem treedt nog denitrificatie op.
- Sorptie van fosfaat: vanwege het grote fosfaatbindend vermogen van de bodems wordt vrijwel alle fosfaat in het bovenste deel van de bodem gebonden (adsorptie). Onder natte omstandigheden (grondwaterstanden in wortelzone) kan fosfaat lateraal uitspoelen (desorptie).

De (lokale) bijdrage van de processen en daarmee de verdeling over de compartimenten kan worden zichtbaar gemaakt door (lokaal) stofbalansen op te stellen.

In het oppervlaktewatersysteem treden min of meer dezelfde processen op, maar in andere mate. Belangrijk is dat als gevolg van stroming verdunning kan optreden en dat in de zomerperiode nutriënten worden opgenomen door waterplanten en oevervegetaties. Mogelijk treedt nalevering op van in waterbodems gebonden fosfaat.

## **4 Mogelijke maatregelen en hun effecten**

Op basis van beschikbare expertise is een lijst gemaakt van de maatregelen die de oppervlaktewaterkwaliteit kunnen verbeteren. Geprobeerd is de maatregelen te clusteren in groepen van maatregelen met vergelijkbare werkingsprincipes en effecten (aanhangsel 2).

De maatregelen op bedrijfsniveau zijn met vertegenwoordigers uit de agrarische sector besproken. Daarbij is geïnventariseerd in welke mate de potentiële maatregelen consequenties voor de landbouwkundige bedrijfsvoering hebben (aanhangsel 3).

De maatregelen kunnen worden onderverdeeld in maatregelen gericht op reductie van de emissie (brongericht) en maatregelen gericht op verminderen van de belasting van grond- en oppervlaktewater (effectgericht). Maatregelen kunnen worden genomen op bedrijfsniveau en/of op regionaal niveau (aanhangsel 4). Dat betekent dat de agrariërs, het waterschap, de provincies en de rijksoverheid maatregelen kunnen nemen om de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren. De schaal en de realisatie van de maatregelen kunnen daarbij verschillen terwijl de effecten vaak vergelijkbaar zijn. Provinciale instrumenten op gebied van ruimtelijke ordening en gebiedsinrichting, en bodembescherming zoals het aanwijzen van waterwingebieden en het realiseren van bufferzônes worden gerealiseerd via maatregelen in bemestingsniveau (beheerovereenkomsten) en verandering in landgebruik (uit productie nemen van landbouwgrond, verlofing). Daarom is in deze studie geclusterd naar werkingsprincipe van de maatregelen.

Eerst zijn de maatregelen in kaart gebracht die de belasting met nutriënten van grond- en oppervlaktewater in hellende zandgebieden kunnen reduceren en hun effecten (met gebruikmaking van expertise van M.J.D. Hack-ten Broeke, C.W.J. Roest en O.F. Schoumans). Vervolgens zijn op basis van de studie in de stroomgebieden van de Beerze en Reusel effecten specifiek voor De Hilver ingeschat.

### **4.1 Brongerichte maatregelen**

Brongerichte maatregelen zijn:

- 1 beperken landbouwkundige verliezen,
- 2 hoeveelheid drainagewater (met korte verblijftijden) minimaliseren,
- 3 opvang en verwerking van erfafspoeling en bedrijfsafvalwater,
- 4 aanleg bufferzônes,
- 5 uit productie nemen van landbouwgrond,
- 6 rioolwateroverstorten minimaliseren, en
- 7 reduceren belasting door rioolwaterzuiveringsinstallaties.

De brongerichte maatregelen bepalen de input aan nutriënten in de het milieu. Daarom hebben deze maatregelen allemaal effect. De grootte van het effect kan verschillen.

- 1 *Beperken landbouwkundige verliezen* door aanpassen van toediening, beweidingssysteem en gewaskeuze. Het reduceren van de verliezen heeft een groot effect op nitraat naar het grondwater en totaal-stikstof naar het oppervlaktewater. Aanpassen van het beweidingssysteem in combinatie met de keuze van de gewassen bieden de grootste potenties. Emissiearm toedienen is wettelijk verplicht en is gericht op het verminderen van de belasting van de lucht en derhalve voor het doel van deze studie minder relevant. Kunstmest kan nauwkeuriger en efficiënter worden benut dan drijfmest, het effect van aanvullende kunstmestgiften ter vervanging van een deel van de organischemestgiften is relatief gering voor stikstof en is op korte termijn gering voor fosfaat vanwege de grote voorraad fosfaat in de bodem. Bij voldoende draagvlak kan het totale effect groot zijn.
- 2 *De hoeveelheid drainagewater minimaliseren*. Water dat wordt afgevangen door een drainagesysteem kent een grotere transportsnelheid en een kleine verblijftijd in de bodem. Hierdoor is er relatief weinig tijd voor het optreden van omzettingsprocessen. In drainwater worden dan ook altijd relatief hoge concentraties stikstof gemeten. Een vermindering van de hoeveelheid drainwater leidt dan ook tot een vermindering van de stikstofbelasting. De aanwezigheid van drainagesystemen zorgt ervoor dat de hoogste grondwaterstanden worden verlaagd waardoor de afspoeling van fosfaat wordt verminderd. Een vermindering van de hoeveelheid drainwater kan leiden tot een toename van de afspoeling van fosfaat. Deze ingreep resulteert in een positief en in een negatief effect en heeft landbouwkundig consequenties. Daarom lijkt dit geen na te streven maatregel.
- 3 *De opvang en verwerking van erf- en afvalwater* leidt tot een directe afname van de oppervlaktewaterbelasting voor zowel stikstof als fosfaat. De effecten zullen met name lokaal optreden en zullen dan vaak ook groot zijn. Deze maatregel wordt door het landbouwbedrijfsleven gesteund (aanhangsel 3).
- 4 *Bufferzônes* liggen direct langs de waterlopen en zijn vaak relatief nat. De werking van bufferzônes berust op een verlagd bemestingsniveau en het daardoor verminderen van de belasting via korte stroombanen (uitspoeling) en oppervlakkige afstroming (afspoeling). Bufferzônes kunnen daardoor leiden tot een afname van de belasting van zowel totaal-stikstof naar het oppervlaktewater als fosfaat. De grootte van het effect van bufferzônes is afhankelijk van de breedte van de bufferzône, het gewas, het bemestingsniveau en van de lokale situatie: met name (an)aërobie en daarmee de grondwaterstand. Onder aërobe omstandigheden (driewaardig ijzer!) wordt de belasting met fosfaat gereduceerd; onder anaërobe omstandigheden (denitrificatie, verminderde mineralisatie) wordt de belasting met totaal-stikstof naar het oppervlaktewater verminderd. Bufferzones lijken met name zinvol in de nattere gebieden voor de reductie van de fosforbelasting.
- 5 *Het uit productie nemen van landbouwgrond* (t.b.v. natuurontwikkeling) leidt lokaal snel tot een vermindering van de belasting van nitraat naar het grondwater en van de belasting van totaal-stikstof naar het oppervlaktewater. Deze belastingen nemen sneller af wanneer de gewassen op de uit productie genomen grond gedurende enige jaren worden gemaaid en afgevoerd (uitputten; zie effectgerichte maatregelen). Als gevolg van de in de bodem aanwezige fosforvoorraad neemt de fosfaatbelasting veel geleidelijker af. Regionaal zal het effect hiervan relatief gering zijn vanwege het kleine oppervlak van deze gronden.
- 6 *Rioolwateroverstorten* kunnen incidenteel optreden. De bijdrage van deze bron is niet bekend. De overstorthoeveelheden zijn meestal klein; de kwaliteit van dit



water is echter erg slecht. Tijdelijk kunnen overstorten tot een zeer slechte waterkwaliteit leiden. Het verminderen van rioolwateroverstorten leidt tot een directe afname van de stikstof- en fosfaatbelasting van het oppervlaktewater.

- 7 De bijdrage van de *rioolwaterzuiveringsinstallaties* is continu en kan zeer aanzienlijk zijn (Chardon et al., 1996). Het verminderen van de stikstof- en fosfaatbelasting door rioolwaterzuiveringsinstallaties leidt tot een directe afname van de belasting van het oppervlaktewater. Het waterschap voert beleid uit met betrekking tot de sanering van riooloverstorten en tot verbeteren van zuiveringsinstallaties.

## 4.2 Effectgerichte maatregelen

Effectgerichte maatregelen zijn:

- 1 beperken van oppervlakkige afstroming,
- 2 aanvullen van de vochtvoorraad in de wortelzone,
- 3 normaliseren/hermeanderen,
- 4 waterconservering en/of vernatten,
- 5 aanpassen van de profielen van waterlopen,
- 6 uitputten van de voorraden,
- 7 afgraven.

- 1 *Beperken van oppervlakkige afstroming* leidt tot een afname van de totaal-stikstof naar het oppervlaktewater- en (met name) van de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater. De maatregelen voor het beperken van de oppervlakkige afstroming kunnen zonder veel consequenties in de landbouwbedrijfsvoering worden ingepast. De grootte van het effect is niet bekend. Verwacht mag worden dat op slempgevoelige gronden dit effect in de zomerperiode groot kan zijn.
- 2 *Aanvullen van de vochtvoorraad in de wortelzone* via zorgvuldige berekening kan leiden tot een vermindering van de belasting van nitraat naar het grondwater- en totaal-stikstof naar het oppervlaktewater wanneer oppervlaktewater voor de berekening wordt gebruikt. De grenzen waarbinnen dit een positief effect oplevert zijn zeer nauw, anders wordt een tegenovergesteld effect (uitspoeling) bereikt. Bij gebruik van grondwater kan door verlaging van de grondwaterstand ook een negatief effect worden bereikt. Wanneer beregenen gepaard gaat met oppervlakkige afstroming neemt de belasting van het oppervlaktewater met zowel totaal-stikstof als fosfor toe.
- 3 *Waterlopen normaliseren* resulteert in een kleinere lengte aan waterlopen binnen een gebied. Hierdoor kan de belasting met fosfaat afnemen omdat de belasting met fosfaat sterk bepaald wordt door de grondwaterstand en de (uittrede)lengte aan waterlopen. Ook de uitspoeling van totaal-stikstof zal hierdoor afnemen. Op dit moment is hermeanderen van waterlopen meer aan de orde dan normaliseren. Er moet dan ook rekening mee worden gehouden dat de belasting van het oppervlaktewater met stikstof maar met name met fosfaat hierdoor sterk kan toenemen. Tegelijkertijd kan de hoeveelheid biomassa in de waterloop toenemen en zullen de stroomsnelheid- en de sedimenttransportsnelheid afnemen. Welk effect dit op de waterkwaliteit in de waterlopen heeft is niet bekend.

- 4 *(Grond)waterconservering in intrekgebieden en vernatten in beekdalen* door verondiepen van de drainagebasis en peilbeheer heeft effecten die sterk afhankelijk zijn van de uitgangssituatie en van de regionale waterhuishouding. In principe is er in de intrekgebieden een positief effect op de uitspoeling van nitraat naar het grondwater. De te bereiken toename van de grondwaterstand door waterconservering is in deze gebieden vaak beperkt waardoor ook het effect op de uitspoeling van nitraat beperkt blijft. In de beekdalen treedt waarschijnlijk een negatief effect op op de belasting met totaal-stikstof naar het oppervlaktewater. Dit geldt zeker voor de afspoeling van totaal-fosfor. Op de hogere gronden is een positief effect op de uitspoeling van totaal-stikstof naar het oppervlaktewater en een negatief effect op de belasting met fosfaat.
- 5 *Aanpassen van de profielen van de waterlopen* heeft onder natte omstandigheden enige tijd een positief effect op de belasting met totaal-stikstof naar het oppervlaktewater en heeft gedurende langere tijd een negatief effect op de belasting met fosfaat. Onder drogere omstandigheden heeft aanpassen van de waterlopen een negatief effect op zowel de uitspoeling naar het oppervlaktewater van totaal-stikstof als op de afspoeling van fosfaat. Bij een toename van de lengte van de waterlopen (hermeanderen) in combinatie met vernatting zou de belasting met fosfaat wel eens drastisch kunnen toenemen.
- 6 *'Uitputten' van de voorraden* in de bodem door de teelt en afvoer van gras of een ander gewas dat veel fosfor opneemt, leidt (met bijmesten van stikstof voor een maximaal effect) op langere termijn tot een aanzienlijke verlaging van de belasting van het oppervlaktewater met totaal-stikstof en fosfaat. Uitputten van de voorraden in de onderwaterbodems kan door maaien en afvoeren van oevervegetaties en waterplanten. De biomassa moeten daarbij worden afgevoerd (en niet op de slootkanten worden gestort). Deze ingreep leidt op langere termijn tot een verlaging van de stikstof- en fosfaatvoorraden in het oppervlaktewatersysteem. De laatste maatregel beïnvloedt ook de afvoer/stroming in het oppervlaktewatersysteem. Dit heeft ook effect op de nutriëntenhuishouding in de waterlopen.
- 7 *Afgraven* van nutriëntrijke (onderwater)bodems leidt op kortere termijn tot dezelfde effecten als uitputten. Baggeren (afgraven van onderwaterbodems) kan leiden tot een verminderde denitrificatiecapaciteit van de slootbodemp waardoor mogelijk de belasting met stikstof (gedurende enkele jaren) kan toenemen. Niet baggeren kan mogelijk resulteren in een hogere nalevering van in de slootbodemp vastgelegd fosfor. Ook leidt baggeren tot veranderingen in de afvoer/stroming in het oppervlaktewatersysteem.

### 4.3 Effectiviteit van de maatregelen

De orde van grootte van de effecten van de afzonderlijke maatregelen is moeilijk te geven omdat deze afhangen van de uitgangssituatie (bemestingsniveau en het al of niet combineren met andere maatregelen) en de abiotische omstandigheden (droog of nat zand, veen, klei). Het afleiden van 'vuistregels' voor maatregel-effect-relaties is dan ook niet mogelijk (voor fosfaat zijn door Reeders en Helmerhorst (1996) de effecten en kosten van maatregelen in het stroomgebied van de Schuitenbeek gekwantificeerd). Voor nitraat naar het grondwater- en totaal-stikstof naar het

oppervlaktewater zijn de effecten van gebiedsspecifieke maatregelen, gegeven het in 1996 opgelegde generieke mestbeleid (Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen, Wet Bodembescherming), nog nauwelijks gekwantificeerd. De grootte van o.a. de effecten van waterbeheer op bedrijfsniveau zijn onvoldoende bekend. Derhalve kan op dit moment alleen worden aangegeven in welke richting een maatregel werkt (tabel 1) zonder te kunnen kwantificeren hoe groot de te verwachten effecten zijn en zonder aan te kunnen geven of de nagestreefde milieudoelstellingen kunnen worden gerealiseerd.

Tabel 1 Effecten van maatregelen op de belasting van het grondwater met nitraat en op de belasting van het oppervlaktewater met totaal-stikstof en fosfaat (++ sterke afname, + afname, 0 geen/nauwelijks effect, - toename, -- grote toename, ? niet bekend, +/- ingreep kan in zowel een toename als een afname resulteren)

	Nitraat		Totaal-stikstof		Fosfaat	
	droog	nat	droog	nat	droog	nat
<b>Brongericht:</b>						
1 beperken landbouwkundige verliezen	++	+	0	+	+	+
2 minimaliseren drainagewater	0	+	0	+	0	-
3 verwerken bedrijfsafvalwater* 1)	++	++	++	++	++	++
4 bufferzônes <sup>1)</sup>	0	0	0	+	+	++
5 uit productie nemen landbouwgrond	+	0	0	+	+	+
6 rioolwateroverstorten minimaliseren* 1)	0	0	++	++	++	++
<b>Effectgericht:</b>						
1 beperken oppervlakkige afstroming <sup>1)</sup>	-?	-?	+	+	+	++
2 beregenen <sup>1)</sup>	+/-	0	+/-	+/-	-	-
3 hermeanderen	+?	+	-	-	-	--
4 waterconservering en vernatten	+	+	+	-	-	--
5 aanpassen profielen waterlopen	0	0	+	+	-	-
6 uitputten van voorraden <sup>1)</sup>	+	+	+	+		++
7 afgraven	+	+	+/-	+/-	+	++

\* Lokale ingrepen; de effecten zijn ook lokaal beschouwd

<sup>1)</sup> Effecten van ingrepen op de afspoeling van fosfaat worden op (zeer) korte termijn merkbaar

## **5 Resultaten van maatregelen in de Beerze/Reusel-studie**

In het gebied van de Beerze, Reusel en Rosep (fig. 1) is, in opdracht van de provincie Noord-Brabant, een omvangrijke studie uitgevoerd waarbinnen de regionale waterhuishouding (Van der Bolt et al., 1996a) en de nutriëntenhuishouding (Van der Bolt et al., 1996b) zijn gekwantificeerd met behulp van deterministische simulatiemodellen. Met deze modellen zijn de effecten van ruimtelijk gevarieerde bemestingsniveaus (Van der Bolt et al., 1996c) en de effecten van ingrepen in het hydrologisch systeem (Groenendijk en Van der Bolt, 1996) op de belasting van grond- en oppervlaktewater met nutriënten uitgerekend. De vraagstelling was gericht op het verkennen van de mogelijkheden voor te ontwikkelen (regionaal) beleid, het krijgen van inzicht in belangrijke processen en de als gevolg daarvan binnen het gebied optredende verschillen in belasting. In deze studie zijn de gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit niet berekend omdat daarvoor op dat moment geen geschikt model beschikbaar was.

De Beerze/Reusel-studie kan worden gebruikt voor het schatten van de te verwachten gebiedsspecifieke effecten van een aantal maatregelen in De Hilver.

### **5.1 Bemestingsniveaus**

De in de Beerze/Reusel-studie gebruikte bemestingsniveaus zijn niet gebiedsgedifferentieerde op basis van verliesnormen. De voor de scenario's berekende fosforoverschotten komen ongeveer overeen met die van het huidige generieke mestbeleid. Door de grote fosfaat-voorraad in de bodem hebben maatregelen in het bemestingsniveau op korte termijn een relatief gering effect.

In de Beerze/Reusel-studie zijn ook de gevolgen van aanvullend beleid (aanvullend op het generieke fosforbeleid) via opgelegde stikstof-niveaus op de stikstof-emissies gekwantificeerd. De in deze studie gebruikte stikstofbemestingsniveaus zijn daardoor lager dan waar het huidige beleid vanuit gaat. Aanscherpen van de toegestane hoeveelheid stikstof in de mestgift (bij bijvoorbeeld het afsluiten van beheersovereenkomsten) leidt op korte termijn tot lagere nitraatconcentraties in het grondwater (het is mogelijk hierdoor in grote delen van het gebied aan de drinkwaternorm te voldoen). Ook de belasting van het oppervlaktewater met totaalstikstof naar het oppervlaktewater neemt af.

Vertaald naar De Hilver betekent dit dat bij de bestaande bemestingspraktijk waarschijnlijk in grote delen van het gebied (ondiepe grondwaterstanden) relatief lage nitraatconcentraties in het grondwater zullen voorkomen. De fosfaat-voorraad in de bodem binnen De Hilver is groot, waardoor de fosforafspoeling groot zal zijn wanneer het grondwater de wortelzone bereikt. De belasting met totaalstikstof en fosfaat op het oppervlaktewater is groot in de beekdalen. Effecten van veranderingen in de bedrijfsvoering zullen vooral optreden ten aanzien van de nitraatbelasting van

het grondwater en de totaalstikstofbelasting van het oppervlaktewater. Door de grote voorraad fosfaat in de bodem is het effect op de fosforbelasting naar het oppervlaktewater veel kleiner.

## **5.2 Gebiedsgericht milieubeleid**

De mestgift en abiotische factoren (bodem, grondwaterstand) bepalen de nutriëntenbelasting. Gebiedsgericht beleid heeft dan ook effect. De grootste reducties in nitraatuitspoeling naar het grondwater mogen in de Agrarische HoofdStructuur (AHS) in de bovenstroomse delen van de stroomgebieden worden verwacht. De grootste reducties in totaal-stikstof naar het oppervlaktewater worden in de Groene HoofdStructuur (GHS) rond de benedenlopen berekend. Overschrijden van de milieudoelstellingen voor fosfaat wordt veroorzaakt door een relatief klein, in de GHS gelegen, deel van het gebied met een (tot zeer recent) landbouwkundig grondgebruik en ondiepe grondwaterstanden.

In De Hilver kan waarschijnlijk de belasting van het grondwater met nitraat naar het grondwater worden verminderd zodanig dat in grote delen van het gebied aan de grondwaternorm kan worden voldaan. Ook de totaal-stikstof-belasting van het oppervlaktewater kan worden gereduceerd. De belasting van het oppervlaktewater met fosfaat kan uitsluitend via effectgerichte maatregelen (uitputten, afgraven, Fe-addities, aangepast waterbeheer) worden verminderd omdat fosfaatlekkende gronden nog zeer lang kunnen naleveren.

## **5.3 Veranderingen in grondgebruik en verwervingstempo EHS**

Het effect van verwerving van gronden t.b.v. de EHS (natuurontwikkeling) op de uitspoeling van nitraat en totaal-stikstof kan lokaal aanzienlijk zijn. Daarbij is van belang of de gronden natuurreservaat worden (géén bemesting) of dat er beheersovereenkomsten (beperkte bemesting) worden gesloten. Om het effect van deze ingreep voor de Hilver te kwantificeren is met de resultaten uit de Beerze/Reusel-studie de relatieve bijdrage zonder bemesting aan het eind van een periode van 50 jaar berekend. Dit vormt een maximaal te bereiken effect.

Het verwervingstempo heeft op lange termijn weinig invloed op de regionale waterkwaliteit. Op korte termijn heeft het verwervingstempo wel effect (de verlaging wordt bij een hoger verwervingstempo eerder bereikt).

In De Hilver wordt zo'n 10% van het landbouwareaal uit productie genomen t.b.v. natuurontwikkeling. Dit heeft een positief effect op de belasting van nitraat en totaal-stikstof binnen het totale studiegebied (geschat na 50 jaar reservaatgebied resp. 9 en 8%). Voor fosfaat blijven de effecten door de grote voorraad in de bodem beperkt (geschat na 50 jaar als reservaatgebied 1,4%).

## 5.4 Waterhuishouding

In de Beerze/Reusel-studie zijn de effecten van een viertal pakketten van waterhuishoudkundige maatregelen doorgerekend:

- 0 uitgangssituatie;
- 1 stopzetten van beregening;
- 2 stopzetten van beregening, halvering onttrekking Vessem, verdrassen in EHS (Ecologische HoofdStructuur) en waterconserveren in landbouwgebieden;
- 3 stopzetten van beregening, halvering onttrekking Vessem, verdrassen in EHS, waterconserveren in landbouwgebieden en aanpassen beeklopen door teniet doen normalisering;
- 4 stopzetten van beregening, gebiedsgedifferentieerd verdrassen in EHS, gebiedsgedifferentieerd waterconserveren in landbouwgebieden en aanpassen beeklopen door teniet doen normalisering in enkele gebieden.

Het laatste scenario is gedefinieerd op basis van inzichten bij het opstellen van de gebiedsvisie en wordt daarom (meest) 'realistisch' genoemd.

De verschillende hydrologische scenario's zijn doorgerekend met twee mestvarianten. Uit een vergelijking van de resultaten behorend bij het haalbare stikstofniveau en het verscherpte stikstofniveau valt op dat de verschillen in nitraatconcentratie bij de twee mestvarianten aanzienlijk zijn. Het verschil in beide doorgerekende mestvarianten heeft veel minder invloed op de totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater. Geconcludeerd kan worden dat binnen deze studie het nitraatgehalte meer reageert op het verschil in mestgift dan op de verschillende gradaties van vernatting die worden gerealiseerd. De totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater reageert op beide type ingrepen in ongeveer dezelfde mate. In deze studie zijn ook twee verschillende fosforgiften gehanteerd. De fosforbelasting van oppervlaktewater reageert nauwelijks op het verschil in opgelegde fosforgift, maar veel meer op de mate van vernatting.

Ook hangt de grootte van de effecten af van de uitgangssituatie. Het effect hiervan op de berekende belastingen is niet bepaald.

Omdat de scenario's met uitzondering van scenario 1 (beregenningsverbod) zijn samengesteld uit combinaties van ingrepen en omdat de effecten van de maatregelen elkaar beïnvloeden is de grootte van de afzonderlijke ingrepen niet uit de rekenresultaten af te leiden. Toch is in dit kader geprobeerd de effecten van de (pakketten van) maatregelen te onderscheiden door de scenario's te vergelijken:

- pakket vernattingsmaatregelen: scenario 2 - scenario 1
- hermeanderen': scenario 3 - scenario 2

Het aldus gedefinieerde pakket vernattingsmaatregelen bestaat uit de maatregelen vernatten in de EHS, waterconservering in de landbouwgebieden en een halvering van waterwinning Vessem. Bij de interpretatie van de resultaten (tabel 2) moet

*Tabel 2 Effecten van de scenario's en van (pakketten van) ingrepen<sup>1)</sup> in de waterhuishouding op de gebiedsgemiddelde belasting van grondwater met nitraat en op de belasting van oppervlaktewater met totaal-stikstof en fosfaat (+ staat voor een positief effect (een afname) op de belasting, 0 staat voor geen effect, - staat voor een negatief effect op de belasting).*

Scenario	Maatregel	Nitraat	Totaal-stikstof	Fosfaat
1 t.o.v. 0	'beregeningsverbod'	-4	-2	-0,6
2 t.o.v. 0		+28	-9	-46
2 t.o.v. 1	'waterconserveren en vernatten'	+32	-7	-45
3 t.o.v. 0		+38	-9	-29
3 t.o.v. 2	'hermeanderen beken'	+10	0	+17
4 t.o.v. 0		+15	0	-5

<sup>1)</sup> Omdat de maatregelen elkaar beïnvloeden zijn de resultaten voor de maatregelen een indicatie van de te verwachten effecten.

worden bedacht dat de maatregelen elkaar beïnvloeden en dat de genoemde percentages een ruwe indicatie van de te verwachten effecten zijn.

Het stopzetten van beregening (scenario 1) heeft een stijging van de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) van enkele centimeters tot gevolg. Ook is op regionale schaal een heel geringe toename van kwel en afname van wegzijging door verhoogde stijghoogten in het eerste watervoerende pakket te verwachten. Ondanks de hogere grondwaterstanden wordt op de hoge gronden een geringe toename van het gemiddelde nitraatgehalte in grondwater berekend; het stopzetten van beregening leidt door verminderde stikstofopname tot een geringe toename van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater. De grootste toename is te verwachten in de gebieden met diepe grondwaterstanden en grote beregeningsbehoefte. De geringe stijging van de gemiddelde grondwaterstand en de iets verminderde stikstofopname heeft een toename van stikstofbelasting van het oppervlaktewater tot gevolg. Om dezelfde redenen neemt ook de fosforbelasting in zeer geringe mate toe.

Scenario 2 leidt tot een gemiddelde GVG-stijging groter dan 10 cm. De vernatting leidt echter tot een verminderde kwel in de kwelgebieden. Het halveren van de drinkwaterwinning te Vessem heeft hogere grondwaterstanden en een toename van de kwel in het stroomgebied van de Kleine Beerze tot gevolg. Vernatten heeft in het hele gebied een afname van de nitraatconcentratie tot gevolg. De afname is het grootst in de gebieden die in de uitgangssituatie de hoogste concentraties hebben. De stikstofbelasting van het oppervlaktewater zal door de hogere grondwaterstanden toenemen. De vernatting heeft een aanzienlijke toename van de fosforbelasting van oppervlaktewater tot gevolg. In de plas-dras-gebieden binnen de EHS bedraagt de gemiddelde toename 41%. In de landbouwgebieden met waterconservering bedraagt de berekende toename gemiddeld ca. 22%. Stopzetten van beregening maakt deel uit van het pakket maatregelen. De invloed van beregening binnen dit pakket lijkt klein (scenario 2 - scenario 3).

Toevoegen van 'aanpassen van hoofdwaterlopen' aan het pakket vernattingsmaatregelen (scenario 3) heeft lokaal een sterk verhogend effect op de grondwaterstand en een verminderend effect op kwelflux. Hierdoor nemen de nitraatconcentraties nog sterker af. In de benedenstroomse gebieden heeft de maatregel nauwelijks effect op de nitraatconcentratie. Alhoewel de grondwaterstand in de plasdras-gebieden door het aanpassen van de hoofdwaterlopen nog verder stijgt, is de gemiddelde stikstofbelasting van het oppervlaktewater ongeveer gelijk aan het niveau in de uitgangssituatie. In de gebieden daarbuiten wordt een toename berekend. Aanpassen van de hoofdwaterlopen heeft een compenserend effect voor de verhoogde stikstofbelasting door vernatting in de plasdras-gebieden. Het aanpassen van de hoofdwaterlopen leidt tot gedeeltelijke compensatie van de verhoogde fosforbelasting van het oppervlaktewater die optreedt als gevolg van vernatting. Deze conclusie geldt alleen voor het samengestelde pakket maatregelen. De afzonderlijke maatregel 'teniet doen van normalisatie' zou anders kunnen uitwerken. Bij de berekening van dit effect is geen rekening gehouden met de toename van de lengte van de waterlopen. Wel in rekening brengen hiervan zou wel een kunnen leiden tot een toename van de belasting van het oppervlaktewater als effect van deze ingreep.

Het pakket maatregelen in het 'Realistisch' scenario leidt tot verhoogde grondwaterstanden. De maatregelen zijn in kleinere gebieden geïmplementeerd en de mate van de ingreep is soms minder groot dan in de andere scenario's. De vernatting heeft een verminderde nitraatconcentratie tot gevolg. In de hogere gebieden met de hoogste concentraties bij onveranderde hydrologie is de reductie het grootst. In de enkele gebieden waar de hoofdwaterlopen worden aangepast wordt een toename van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater berekend. De toename in stikstofuitspoeling in deze gebieden en gebieden met intermediaire grondwaterstand wordt gecompenseerd door een vermindering in de overige natte gebieden met een hoge stikstofbelasting. Per saldo voor het gehele gebied zal het 'Realistisch' scenario nauwelijks een verhoging van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater tot gevolg hebben. De gebiedsgemiddelde fosforbelasting van het oppervlaktewater neemt ca. 5% toe. In de gebieden die direct grenzen aan de beken waar opstuwung van af te voeren water plaatsvindt, neemt de fosfaatafspoeling af. Gemiddeld voor de te verdrassen EHS-gebieden neemt de fosfor-afspoeling af, evenals de stikstofbelasting van oppervlaktewater.

De vermindering van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie als gevolg van de vernattingsmaatregelen is minder groot dan het verschil dat is bereikt door het opleggen van een verscherpte toelaatbare stikstofbemesting. Bij de doorgerekende mestvarianten ligt de toename van de gebiedsgemiddelde stikstofbelasting ongeveer in dezelfde orde van grootte als het verschil dat zich voordoet als gevolg van de mestniveaus; de toename van de fosforbelasting is veel groter dan het verschil dat optreedt als het gevolg van de twee bemestingsniveaus. Tot op heden is het onderzoek en de beleidsvorming t.a.v. de vermindering van gebiedsgemiddelde fosforbelasting uit landbouwgronden sterk gericht geweest op de beschrijving van de relatie tussen fosfaatverzadigingsgraad en mestniveaus. Integratie van de hydrologie en de effecten van waterhuishoudkundige ingrepen met voornoemd aspect is nodig voor het bedenken van effectieve maatregelen om fosfaatafspoeling te verminderen.



De aanpassing van hoofdwaterlopen kan volgens de rekenresultaten voor de uitspoeling van totaalstikstof en de afspoeling van fosfor naar oppervlaktewater een compenserend effect hebben t.o.v. de andere vernattingsmaatregelen. Dit is een gevolg van de manier waarop in het model deze ingreep geïmplementeerd: door het aanpassen van de stuwkromme in de relevante deelgebieden. Door de opstuwung van het oppervlaktewater tijdens afvoerpieken wordt de waterafvoer uit het bodemprofiel afgeremd. Het is daarom gewenst dit te verifiëren met een meer gedetailleerd hydrologisch model. Een meer verfijnde modellering van het oppervlaktewaterpeil is gewenst. Het berekenen van de afvoer en de open-waterpeilen met een hydraulisch model ligt voor de hand.

In het kader van natuurontwikkeling en verdrogingsbestrijding worden vaak maatregelen in de waterhuishouding getroffen om nattere omstandigheden te creëren, zo ook in voorbeeldgebied 'De Hilver' (aanslag 5). Vernatting kan soms ongewenste milieueffecten tot gevolg hebben. De integratie van de milieuproblematiek, het verdrogingsprobleem en het natuurontwikkelingsbeleid verdient aandacht vanuit de verschillende instanties die zich met één van de aspecten bezighouden.

Door het bevorderen van de kwel in beekdalen in enkele scenario's kan lokaal ook de gevoeligheid voor nutriënteninspoeling via regionale grondwaterstroming toenemen. Alhoewel de effecten op regionale schaal gering zijn kunnen lokaal de effecten groter zijn. De gevoeligheid voor inspoeling van nutriënten vanuit het grondwatersysteem neemt door de ingrepen in de waterhuishouding met name toe rond de Reusel in De Hilver.

Vernatten leidt tot:

- een forse afname van de belasting van het grondwater met nitraat,
- een toename van de belasting van het oppervlaktewater met totaal-stikstof en
- een grote toename van de belasting van het oppervlaktewater met fosfor.

Hermeanderen kan dit effect misschien gedeeltelijk compenseren. Een beregeningsverbod leidt tot een toename van zowel de belasting van het grondwater met nitraat als de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor. Waterbeheer kan sturend werken voor de stikstof- en fosforbelasting van oppervlaktewater in (met name) natte gebieden.

In het kader van natuurontwikkeling en verdrogingsbestrijding zijn in De Hilver zowel waterconservering en vernatten als hermeanderen voorzien. Daarnaast worden plas-drasstroken, zuiveringsmoerassen, overstromingsvlaktes en bergings-/bezinkbasins aangelegd. Hierdoor zullen delen van dit gebied vernatten. Vernatten (en waarschijnlijk ook de aanleg van overstromingsvlaktes en plas-drasstroken) heeft voor fosfor en in mindere mate voor totaalstikstof een negatief effect op de belasting van het oppervlaktewater. Of dit effect daadwerkelijk door hermeandering kan worden gecompenseerd is niet zeker. Uitgaande van het realistisch scenario, en de wetenschap dat in De Hilver ondiepere grondwaterstanden voorkomen dan gemiddeld in het Beerze/Reusel-gebied, zal als gevolg van de ingrepen in de waterhuishouding de nitraatbelasting in dit gebied afnemen maar moet rekening moet worden gehouden

met een toename van de fosforbelasting naar het oppervlaktewater en met een lichte toename van de totaal-stikstof-belasting naar het oppervlaktewater.

Ingrepen in het kader van verdrogingsbestrijding en natuurontwikkeling hebben gevolgen voor de milieubelasting. Integratie van deze aandachtsvelden is dan ook gewenst bij een gebiedsgerichte werkwijze.

Het (kwel)water binnen het studiegebied van de Beerze en Reusel is plaatselijk ijzerrijk (vandaar bv. de naam 'Roodloop'). Onder aërobe omstandigheden kan het fosfaat in het oppervlaktewater worden gebonden. Hierdoor kan ondanks de grote belasting van het oppervlaktewater met fosfaat de concentratie in het oppervlaktewater laag blijven. Metingen in het gebied liggen echter regelmatig boven de oppervlaktewaternorm (aanhangel 6). Het effect van een gereduceerd (anaëroob) bodemmilieu op de mobilisatie van fosfaat en verzuring als gevolg van het uit productie nemen van landbouwgronden en de effecten daarvan op de stikstofuitspoeling en fosforafspoeling zijn niet in de Beerze/Reusel-studie gekwantificeerd.

## 6 Kwantificeren van de effecten van de maatregelen

De relatie tussen waterbeheer en de uit- en afspoeling van nutriënten is complex en sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. Om de effecten van wijzigingen in de agrarische bedrijfsvoering op de milieubelasting te kwantificeren is het nodig dat de nutriëntenstromen op bedrijfsniveau in hun onderlinge samenhang en in wisselwerking met de waterhuishouding worden berekend. Voor het vinden van een optimale gebiedsgerichte invulling van maatregelen om de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren is een integrale, gebiedsgerichte studie noodzakelijk.

Niet alle ingrepen in de waterhuishouding kunnen met het voor de Beerze/Reusel-studie gebruikte rekeninstrument op hun gevolgen worden onderzocht. Het effect van hermeandering op de belasting van het oppervlaktewater kan worden berekend door aanvullend op het huidige rekeninstrument gebruik te maken van een hydraulisch model. Om aan te kunnen geven of de oppervlaktewaterkwaliteitsdoelstellingen in De Hilver kunnen worden gerealiseerd (waterschap) en of de gewenste ecologische situatie ook daadwerkelijk kan worden bereikt (DLG, provincie Noord-Brabant) is het noodzakelijk de effecten van de maatregelen op de in grond- en oppervlaktewater te verwachten concentraties te kwantificeren.

In het project 'ecohydrologische systeemanalyse De Hilver' (opdrachtgever DLG, resultaten 1998) wordt de studie voor het gebied van de Beerze, Reusel en Rosepe methodisch herhaald, waarbij wordt ingesprongen op de technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden, en waarbij het instrument wordt uitgebreid met een watersysteemanalyse en een hydraulisch model. Met dit instrument wordt het effect van concrete lokale ingrepen op water- en nutriëntenhuishouding gekwantificeerd en vertaald naar potenties voor natuurontwikkeling; de vraagstelling is gericht op de uitvoering. De schematisering wordt hierop aangepast. In de beekdalen wordt gestreefd naar rekeneenheden van 0,25 ha (tegen 16 ha in de Beerze/Reusel-studie). Verwacht wordt dat de grootte van de rekeneenheden invloed heeft op de berekende uit- en afspoeling van stoffen. Met name voor de afspoeling van fosfor worden effecten verwacht. Dit is bijzonder relevant wanneer als mogelijke maatregel het instellen van bufferzones wordt overwogen. Doordat in deze studie een hydraulisch model wordt gebruikt kunnen de effecten van ingrepen in het oppervlaktewatersysteem (waaronder ook het effect van hermeandering) op de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten worden berekend.

Om de in deze studie te berekenen belasting van het oppervlaktewater te vertalen naar concentraties in het oppervlaktewater moet een oppervlaktewaterkwaliteitsmodel worden gebruikt. Door het gebruik van een hydraulisch model in combinatie met een oppervlaktewaterkwaliteitsmodel kunnen ook de effecten van ingrepen in de waterhuishouding zoals bijvoorbeeld vernatten, profielverandering en hermeanderen op de stroomsnelheid en de processen (retentie, drift) die in het oppervlaktewater

optreden worden gekwantificeerd. In welke mate deze effecten de concentraties verder verlagen dan wel verhogen is in zandgebieden nog niet onderzocht.

Om de modelparameters te schatten en om resultaten van de berekeningen te toetsen is het noodzakelijk binnen het gebied de afvoer van nutriënten in het oppervlaktewater gedurende langere tijd te meten. De invulling van het meetprogramma hangt sterk af van de uiteindelijke invulling van de studie.

Een belangrijk aspect van een eventueel uit te voeren regionale studie is het creëren van draagvlak voor potentiële maatregelen bij de agrarische bevolking. Het uitvoeren van gedetailleerder onderzoek in deelgebieden is daarvoor een belangrijk hulpmiddel. In deze gebieden dienen dan tevens de bedrijfsactiviteiten nauwkeuriger te worden geïnventariseerd.

## 7 Discussie en conclusies

Een waterschap moet beleid voeren om vermisting van het oppervlaktewater terug te dringen. Daartoe kunnen in het landelijk gebied brongerichte en effectgerichte maatregelen worden genomen (hoofdstuk 4). Niet alle maatregelen hebben een soortgelijk effect op de belasting van grond- en oppervlaktewater. De grootte van de effecten van de verschillende maatregelen is sterk afhankelijk van de lokale abiotische omstandigheden en de uitgangssituatie (bemestingsniveau en combineren van maatregelen). De effecten van gebiedsspecifieke maatregelen, gegeven het in 1996 opgelegde generieke mestbeleid (Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen, Wet Bodembescherming) zijn nog nauwelijks gekwantificeerd. In het algemeen kan worden gesteld dat brongerichte maatregelen het meest duurzaam zijn. Aanvullend kunnen effectgerichte maatregelen worden gebruikt om de milieubelasting op kortere termijn te verminderen.

Als belangrijkste conclusies kunnen worden geformuleerd:

*1 Op bedrijfsniveau kan voornamelijk de stikstofbelasting worden gereduceerd.*

Op bedrijfsniveau kan de belasting van het oppervlaktewater worden gereduceerd door aanpassen van het beweidingssysteem, de toedieningstechniek en -hoeveelheid van meststoffen, de keuze van de gewassen, het creëren van bufferzônes en de groundbewerking. Welk effect met wijzigingen in de bedrijfsvoering kan worden bereikt is afhankelijk van de lokale situatie. Verscheidene onderzoeken naar maatregelen op bedrijfsniveau zijn of worden uitgevoerd op proefboerderijen zoals De Marke, de A.C. Minderhoudhoeve en de proefbedrijven voor geïntegreerde ecologische landbouw. Om de effecten van wijzigingen in de agrarische bedrijfsvoering op de milieubelasting te kwantificeren is het nodig de nutriëntenstromen op bedrijfsniveau in hun onderlinge samenhang en in wisselwerking met de bodem en waterhuishouding te kwantificeren. Het landbouwbedrijfsleven stelt zich constructief op om op bedrijfsniveau het nutriëntenmanagement te optimaliseren om zo de emissie van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater te reduceren.

*2 De fosforbelasting kan worden gereduceerd door uitputten van fosfaatlekkende gronden en soms door reductie van de bronnen.*

- Bronnen die mogelijk kunnen worden gereduceerd zijn: bedrijfsafvalwater uit de landbouw, drainagewater en soms ook rioolwateroverstorten. Vermindering van bemesting leidt pas op langere termijn tot een reductie in fosforbelasting.
- Een klein areaal fosfaatlekkende gronden (fosfaatverzadigde gronden met hoge grondwaterstanden) is verantwoordelijk voor de belasting van het oppervlaktewater met fosfor. Voordat maatregelen kunnen worden gedefinieerd moet daarom eerst dit areaal in kaart worden gebracht. Na deze inventarisatie kan worden bekeken

door welke maatregelen een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit kan worden bereikt.

- Door het voorkomen van ijzerrijke kwel kan fosfaat in het oppervlaktewater irreversibel worden vastgelegd waardoor de fosfaatconcentraties afnemen. Mogelijk kan hierdoor (plaatselijk en/of tijdelijk) aan de oppervlaktewaternorm voor fosfor worden voldaan. De resulterende waterkwaliteit zal door de optredende veranderingen als gevolg van het neerslaan van de ijzerzouten niet overeenkomen met de natuurlijke waterkwaliteit in het gebied waar deze ijzerrijke kwel optreedt.

### *3 Vernatten leidt tot een verslechtering van de waterkwaliteit.*

Effectgerichte maatregelen die het waterschap kan nemen om de milieubelasting te reduceren zijn: waterconservering en vernatten, herprofilieren en uitputten (aanhangel 1). In De Hilver zijn dergelijke ingrepen voorzien t.b.v. natuurontwikkeling en verdrogingsbestrijding; de beekdalen en laagtes in het gebied worden sterk vernat. Hiervan mogen effecten op de belasting van met name het oppervlaktewater worden verwacht. De totaal-stikstof-belasting naar het oppervlaktewater kan gedurende enkele jaren hoger zijn, de belasting met fosfaat zal gedurende lange tijd (tientallen jaren) zijn verhoogd. Daarnaast zullen deze ingrepen de regionale waterhuishouding beïnvloeden. Hierdoor kunnen relaties tussen kwel- en wegzijgingsgebieden (hydrologische systemen) wijzigen en kan de herkomst en daarmee de kwaliteit van kwelwater binnen het studiegebied (en daarmee de natuurwaarden) veranderen. De maatregelen leiden waarschijnlijk tot een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit. De mate waarin dit leidt tot een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit is nu niet aan te geven. Voor het kwantificeren (en optimaliseren) van waterbeheermaatregelen gericht op het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit is een gebiedsgerichte studie noodzakelijk, omdat de optredende processen voor stikstof en fosfor complex zijn en sterk afhankelijk zijn van lokale omstandigheden.

### *4 Realiseren van de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit is een zaak van alle actoren binnen het studiegebied*

Waterconservering en vernatting hebben gevolgen voor de ontwateringsdiepte en voor de drooglegging. Daardoor hebben dergelijke maatregelen directe invloed op de agrarische bedrijfsvoering en de nutriëntenstromen. Bovendien kan ook op perceelsniveau water worden beheerd (beregening, bufferzônes, verondiepen drainagebasis, hergebruik drainagewater). Waterschap, provincie en agrariërs moeten samenwerken om de belasting van het oppervlaktewater te reduceren en de gevolgen voor de bedrijfsvoering te minimaliseren.

### *5 Een integrale gebiedsgerichte aanpak is nodig voor realisatie gewenste oppervlaktewaterkwaliteit.*

Door het gebiedsgericht combineren van potentiële ingrepen kan worden geprobeerd de belasting van grond- en oppervlaktewater binnen het gebied te minimaliseren, waarbij tegelijkertijd wordt geprobeerd de doelstellingen van verdrogingsbestrijding en natuurontwikkeling te realiseren. Daarbij zullen keuzes moeten worden gemaakt

waar in het gebied welke doelstelling (totaal-stikstof of fosfaat in het oppervlaktewater) de hoogste prioriteit krijgt en welk budget voor de maatregelen beschikbaar is.

*6 Kennis van wederzijdse beïnvloeding van beleidsterreinen is noodzakelijk.*

Voordat bestuurlijke besluitvorming over de te nemen maatregelen mogelijk is, moet informatie beschikbaar zijn over de effectiviteit van maatregelen en de wisselwerking met andere beleidsterreinen zoals ruimtelijke ordening (waterafhankelijke natuurontwikkeling), verdrogingsbestrijding en mestbeleid.

*7 De effecten van de maatregelen kunnen worden gekwantificeerd met behulp van integrale, gebiedsspecifieke modelstudies.*

Om de invloed van maatregelen in te schatten moet inzicht worden verkregen in de bijdrage van een maatregel op de oppervlaktewaterkwaliteit. Daartoe moeten de bronnen binnen het studiegebied worden gekwantificeerd en is het nodig kennis te hebben van de grootte van gebiedsspecifieke processen in bodem en oppervlaktewater. Gebiedsspecifiek omdat de grootte van de effecten van de maatregelen afhangt van de lokale abiotische omstandigheden en de uitgangssituatie. De belangrijkste processen zijn bekend en in modellen vastgelegd. De gegevensbestanden om de modellen te operationaliseren zijn grotendeels beschikbaar. De parameterwaarden voor de processen in het oppervlaktewater in zandgebieden kunnen worden gemeten. Het is technisch mogelijk de conclusies 1 tot en met 6 met een integrale, gebiedsgerichte modelstudie kwantitatief te onderbouwen en daarmee invulling te geven aan het realiseren van de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit.

## Literatuur

Bleumink, J.A. en J.C. Buys, 1996. *Boeren met water; Verdrogingsbestrijding op agrarische bedrijven*. Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu. Lelystad RIZA; NOV-rapport 18-02, CLM-rapport CLM 268.

Bolt, F.J.E. van der, P.E.V. van Walsum en P. Groenendijk, 1996a. *Nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de stroomgebieden van de Beerze, de Reusel en de Rosep; Simulatie van de regionale hydrologie*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 306.1.

Bolt, F.J.E. van der, P. Groenendijk en H.P. Oosterom 1996b. *Nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de stroomgebieden van de Beerze, de Reusel en de Rosep; Simulatie van de nutriëntenhuishouding*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 306.2.

Bolt, F.J.E. van der, P. Groenendijk en H.P. Oosterom 1996c. *Nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de stroomgebieden van de Beerze, de Reusel en de Rosep; Effecten van bemestingsmaatregelen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 306.3.

Chardon, W.J., O. Oenema, O.F. Schoumans, P.C.M. Boers, B. Fraters en Y.C.W.M. Geelen, 1996. *Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden; Programmeringsstudie*. Wageningen. Programmabureau Geïntegreerd Bodemonderzoek. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, deel 8.

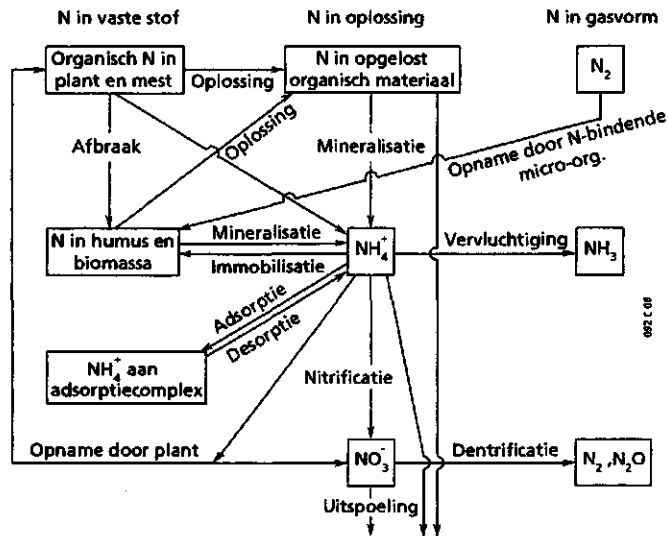
Groenendijk, P. en F.J.E. van der Bolt, 1996. *Nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de stroomgebieden van de Beerze, de Reusel en de Rosep; Effecten van waterhuishoudkundige ingrepen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 306.4.

Kruijne, R., 1996. *Perceelonderzoek naar het effect van beekbegeleidende bufferstroken op de totaal-stikstof naar het oppervlaktewater- en fosforbelasting van de Mosbeek; Nutriëntenonderzoek en scenarioberekeningen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 420.2.

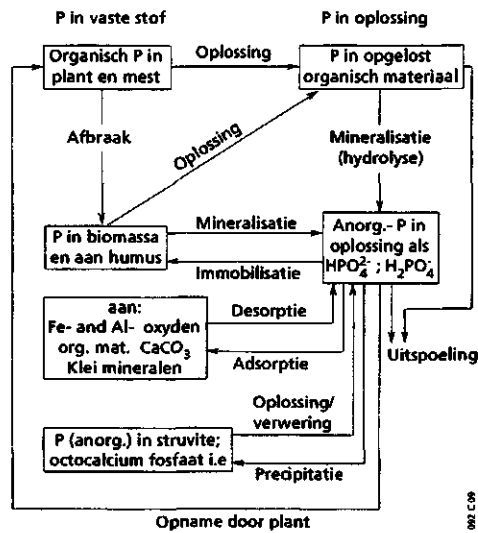
Reeders, H.H. en T.H. Helmerhorst, 1996. *Op weg naar helderheid. Een heroriëntatie van BOVAR gericht op 2000*. BOVAR-rapport nr 96.01, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.



# Aanhangsel 1 Fysisch-chemische processen



Schema van de stikstofkringloop in de bodem



Schema van de fosforkringloop in de bodem

## **Aanhangsel 2 Lijst met mogelijke maatregelen ter reductie van de nutriëntenemissie**

### **Brongericht**

- 1 beperken landbouwkundige verliezen
  - beweidingssysteem
    - veebezetting
    - lengte en periode weideseizoen
    - capaciteit mestopslag
  - toediening
    - aanpassen dosering
    - onderwerken
    - gelijkmatig verspreiden
    - niet tijdens natte perioden
    - mijden randen (niet meemesten sloten)
  - keuze gewassen
    - teelt van vanggewassen
    - verhouding gras/voedergewassen
    - permanent grasland
    - scheuren van grasland in voorjaar
    - afvoeren gewasresten
    - onderwerken groenbemesters
- 2 bufferzônes
  - ander gewas
  - betaald agrarisch natuurbeheer
  - zonder bemesting (uit productie nemen)
  - waterloop met plasbermen (toename denitrificatie)
- 3 opvang en verwerking van afspoeling erf en bedrijfsafvalwater
  - zuiveringsmoerassen bij bedrijven
- 4 uit productie nemen van landbouwgrond
- 5 hoeveelheid drainagewater (met korte verblijftijden) minimaliseren
- 6 rioolwateroverstorten minimaliseren,
  - opnieuw dimensioneren of bergingsbekkens om overstorten tijdelijk te bergen
- 7 reduceren van de nutriëntenbelasting door rioolwaterzuiveringsinstallaties

### **Effectgericht**

- 1 beperken oppervlakkige afstroming
  - weinig grondbewerking / bovenlaag los / mulchen
  - oppervlakkige afstroming beperken (hoogtelijnen volgen bij grondbewerking)
- 2 aanvullen vochtvoorraad in wortelzône
  - beregening
  - hergebruik drainagewater in intensieve teelten
- 3 normaliseren/hermeanderen
- 4 waterconservering en vernatten
  - verhogen ontwateringsbasis

- drainage (ondieper, alleen in de winter)
- minder schonen perceelssloten
- dichten perceelssloten
- peilverhoging winterseizoen
- peilverhoging zomerseizoen
- intensiever peilbeheer (stuw omhoog na zaaien, oogsten, mest uitrijden)
- 5 aanpassen profielen waterlopen
  - brede, ondiepe profielen
  - hermeandering
  - plas-dras-stroken met helofytenbegroeiing
  - overstromingsvlakten
- 6 uitputten
  - biomassa regelmatig maaien en afvoeren (uitmijnen)
  - doorspoelen
- 7 afgraven
  - plaggen
  - slibvang/baggeren
- 8 saneren
  - immobilisatie door Fe-additie
  - defosfateren
- 9 verdunnen door aanvoer gebiedsvreemd water van goede kwaliteit

# **Aanhangsel 3 Mate waarin de ingrepen/maatregelen consequenties hebben voor de landbouwkundige bedrijfsvoering<sup>1)</sup>**

## **1 Aanleiding**

Op donderdag 19 december 1996 is door een groep direct belanghebbenden (vertegenwoordigers van waterschap, onderzoek, ruilverkaveling, boeren) overleg gevoerd over mogelijk uit te voeren onderzoek in het stroomgebied van 'De Hilver'. Het belangrijkste onderdeel van dit overleg was de bespreking van de rol van het nutriëntenmanagement op bedrijfsniveau op het beperken van nutriëntenoverschot en de -verliezen richting grond- en oppervlaktewater. Doel hiervan was om gebiedsspecifieke informatie over bedrijfsvoeringsaspecten te krijgen die van belang is voor de invulling van een mogelijk onderzoek in het gebied De Hilver naar de nutriëntenemissie naar grond- en oppervlaktewater.

## **2 Opzet**

Na een korte inleiding over het stofstromenmodel en het zelfstandig daarin functionerende bedrijfsmodel FARM-MIN werd gediscussieerd over zinnige alternatieven die konden worden meegenomen in de berekeningen. Om de discussie te structureren was vooraf een lijstje met discussiepunten over aspecten binnen het nutriëntenmanagement op bedrijfsniveau opgesteld dat ter vergadering werd uitgedeeld en besproken. Het lijstje bevatte de volgende aandachtspunten:

1. Bemesting
  - a. aanvoer meststoffen (kunstmest, drijfmest)
  - b. productie eigen mest (veebezetting, beweidingssysteem)
  - c. verdeling van de oppervlakte over verschillende gewassen (plaatsingsruimte van de mest)
  - d. methode mesttoediening
  - e. capaciteit mestopslag
2. Beweiding
  - a. veebezetting
  - b. beweidingssysteem
  - c. lengte en periode weideseizoen
3. Gewasmaatregelen
  - a. teelt vanggewassen
  - b. rand- en bufferstroken
  - c. percentage herinzaai
  - d. verhouding gras/voedergewassen

---

<sup>1</sup> Verslag van de bijeenkomst met vertegenwoordigers van het landbouwkundig bedrijfsleven in De Hilver d.d. 19 december 1996 te Diessen.

4. Waterhuishouding
  - a. berekening
  - b. hogere waterpeilen: winter, groeiseizoen
  - c. opvang afstroming erf

### 3 Discussie

De punten 1b,c en e werden door de aanwezige boeren in eerste instantie als minder relevant aangeduid. Hoewel werd toegelicht dat de capaciteit van de mestopslag met name bij veranderingen in het beweidingssysteem (meer opstallen, meer drijfmest, benodigde ruimere mestopslag) behoorlijke financiële consequenties kan hebben - waardoor het een minder aantrekkelijke maatregel wordt -, werd gesteld dat de meeste boeren in het gebied voldoende opslagcapaciteit hebben, waardoor dit geen probleem hoeft te zijn. Met betrekking tot punt 1b. werd gesproken over beweiding in het algemeen en de met beweiding gepaard gaande hogere nutriëntenverliezen (en lagere hoeveelheden drijfmest) in het bijzonder. Daarnaast werd kort gesproken over hoe het model omgaat met melkveebedrijven die een tak intensieve veehouderij op het bedrijf hebben. Deze worden wel meegenomen in het model, maar beide takken worden afzonderlijk van elkaar doorgerekend. Daarbij wordt alle op het bedrijf aanwezig grond toegekend aan de melkveehouderij. Dit wil zeggen dat de mest die op het land wordt toegediend en die afkomstig is van de intensieve veehouderij tak van het bedrijf voor het melkvee-deel wordt gezien als aanvoer van drijfmest van buiten het bedrijf. Voor de intensieve veehouderij tak geldt het omgekeerde. Met betrekking tot punt 1c werd gesproken over de betekenis van het begrip plaatsingsruimte. Toegelicht werd dat hiermee de hoeveelheid mest die op het bedrijf kan worden geplaatst onder de geldende wettelijkmaxima (bijvoorbeeld: fosfaatnormering), en hoeveel er dan nog op het grasland kan worden geweid of drijfmest van buiten het bedrijf kan worden aangevoerd.

Onder de punt 2 werd onderdeel c. als weinig relevant beschouwd. Na enige discussie kwamen we er op uit dat het wellicht zinnig is om aandacht te besteden aan het tijdstip van opstallen, aangezien dit in combinatie met het beweidingssysteem een goede indicator is van hoeveel stikstof verloren zal gaan door uitspoeling van nitraat uit urineplekken.

Bij onderdeel 3 werden punt c en d als niet zo relevant aangemerkt. Onderdeel 3c zou kunnen worden vervangen door de verhouding tussen voor- en of najaarsinzaai op een bedrijf. De verwachting was dat het percentage herinzaai op de meeste bedrijven in de streek ongeveer gelijk zou zijn, zodat hiervoor met een gemiddelde kan worden gewerkt. Daarnaast werd opgemerkt dat een toenemend aantal boeren in de streek naast voedergewassen ook akkerbouwgewassen (met name aardappelen) in rotatie op het bedrijf hebben. Daar moet ook rekening mee worden gehouden. In het model is dit goed mogelijk. Bij onderdeel 3b werd aandacht gevraagd voor kantstrooien naast het aanbrengen van rand- en bufferstroken.

Bij onderdeel 4 werd aandacht gevraagd voor de afvoer van afvalwater. Geopperd werd dat de benodigde informatie hiervoor kan worden betrokken van

milieuvergunningen. Hierbij werd wel gesteld dat de aspecten van de milieubelasting en de daarbij horende verliesposten die in de studie worden meegenomen (alleen nutriënten (?)) nadrukkelijk dienen te worden omschreven.

Algemene indruk van de discussie was dat men het in grote lijnen met de maatregelen in kon stemmen. Daarbij lag de insteek duidelijk op bedrijfsniveau (-> het nutriëntenmanagement op individuele bedrijven optimaliseren) en minder op regioniveau (-> generiek doorvoeren van bepaalde maatregelen).

## **Aanhangsel 4 Potentiële maatregelen voor bestrijding van vermessing geordend naar beleidsterrein**

De volgende (beleids)terreinen en actoren worden onderscheiden:

- 1 het nationale beleid ten aanzien van nutriënten (rijk),
- 2 het nutriëntenmanagement op landbouwbedrijven (landbouwers),
- 3 het waterbeheer (provincies, waterschappen),
- 4 de ruimtelijke ordening (rijk, provincies, gemeenten).

De potentiële maatregelen voor bestrijding van vermessing zijn per beleidsterrein:

### *1) Het nationale beleid ten aanzien van nutriënten*

Het nationale beleid ligt voorlopig vast en geeft de maximaal toegestane jaarlijkse fosforoverschotten en de heffingen op de overschotten.

### *2) Het nutriëntenmanagement op landbouwbedrijven*

Het nutriëntenoverschot en de -verliezen kunnen via managementbeslissingen van de landbouwer worden beïnvloed via:

- keuze meststof (dierlijke mest, kunstmest),
- tijdstip van bemesten,
- keuze apparatuur voor bemesting,
- keuze gewas (bijv. winterbodembedekker, groenbemester),
- eigen voederproductie versus aankoop voer op melkveebedrijven,
- beweiding versus opstallen,
- berekening,
- aanleg van drainage.

Het nutriëntenmanagement wordt eveneens beïnvloed door waterhuishoudkundige maatregelen zoals hierna vermeld.

### *3) Het waterbeheer*

De provincie formuleert het provinciale beleid (binnen nationale kaders) en het waterschap zorgt voor de technische uitvoering en het beheer. Voor provincie en waterschap gaat het resp. om de volgende verantwoordelijkheden:

Provincie:

- provinciaal beleid ten aanzien van gebiedsvreemd water,
- provinciaal beleid ten aanzien van berekening uit grond- en oppervlaktewater,
- provinciaal beleid ten aanzien van afvalwaterlozingen in het buitengebied.

Waterschap:

- uitvoeren peilbeheer (aanleg en beheer stuwen),
- vaststellen van streefpeilen,
- aanleg en onderhoud afwateringsstelsel,

- aanpassing profiel waterlopen (bijv. breder en ondieper),
- vergunningverlening voor drainage van landbouwgronden.
- vergunningverlening voor afvalwaterlozingen

De hier genoemde beleidskeuzen en activiteiten op waterhuishoudkundig gebied zijn direct of indirect van invloed op de nutriëntenhuishouding.

#### *4) De ruimtelijke ordening en gebiedsinrichting*

De provincie ontwikkelt het beleid (binnen nationale kaders) en zorgt, deels met de Dienst Landelijk Gebied (DLG) voor de uitwerking. Het gaat daarbij enerzijds om de functietoekenning (landbouw, natuur, recreatie, drinkwaterbereiding), anderzijds om een zodanige landinrichting dat aan de eisen ten aanzien van de functies kan worden voldaan. De volgende beleidsterreinen van de provincie zijn relevant:

- uitwerking van Ecologische Hoofdstructuur,
- uitwerking Agrarische Hoofdstructuur,
- uitwerking Bodembeschermingsbeleid (waterwingebieden, eventueel bufferzones),
- bodemsaneringsbeleid (Fe-additie i.v.m. fosfaatverzadigde gronden).



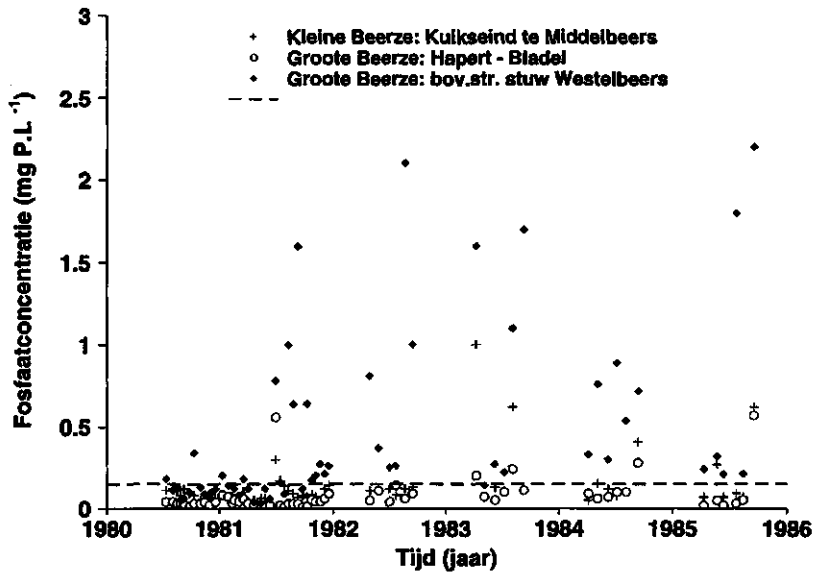
## **Aanhangsel 5 Maatregelen in de Hilver**

In De Hilver zijn in het kader van de landinrichting de volgende maatregelen in de waterhuishouding voorzien (pers. meded. H. Vissers, DLG, 1997):

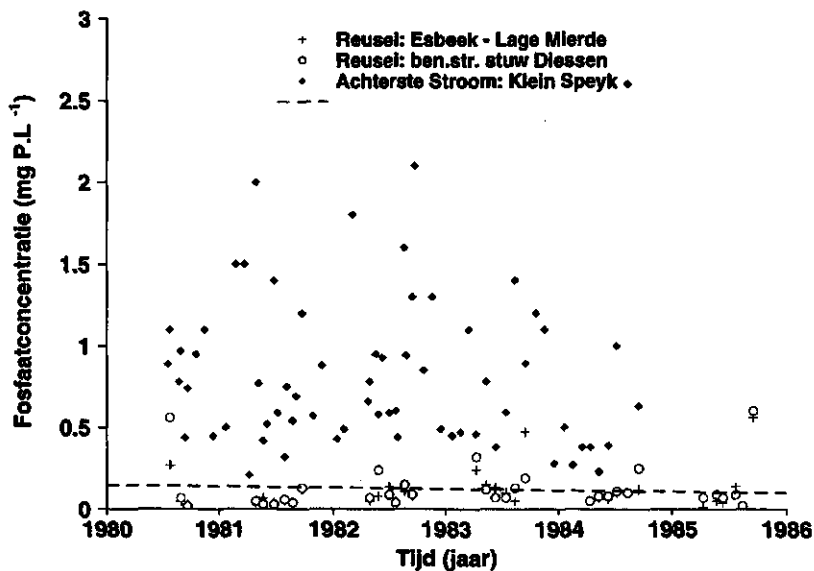
- Het uit productie nemen van landbouwgronden binnen de begrensde EHS
- De aanleg van overstromingsvlakten.
- Waterconservering in de infiltratiegebieden door verminderen ontwatering en verlengen afvoerweg.
- Het verminderen van de ontwaterende werking van de Reusel en het opheffen van de detailontwatering binnen de EHS.
- De aanleg van zuiveringsmoerassen bij afgelegen landbouwbedrijven.
- Plas-drasstroken met helofytenbegroeiing langs waterlopen.
- De aanleg van bergingsbekkens voor tijdelijke opslag van overstortwater.

## Aanhangsel 6 Door waterschap de Dommel gemeten fosfaatconcentraties in de periode 1980-1986.

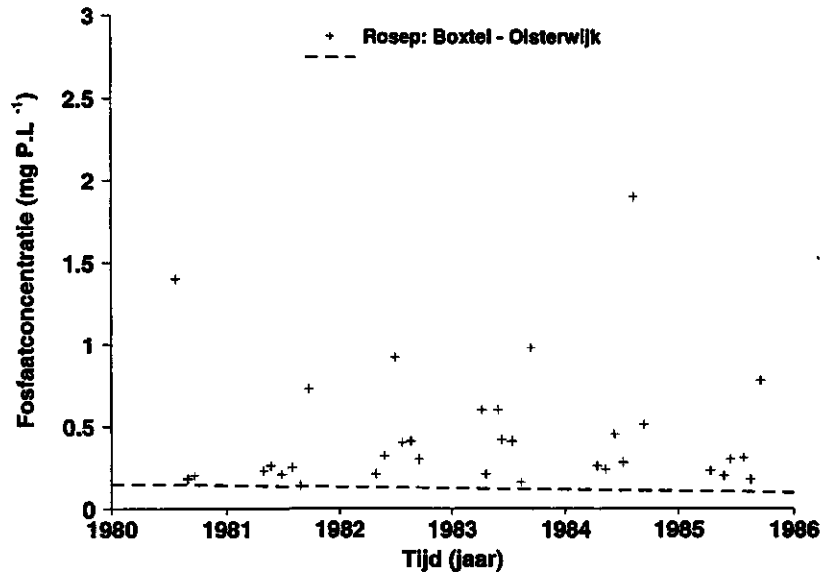
De fosfor-norm (stippellijn in de figuren) voor het oppervlaktewater (0,15 mg totaal-fosfor gedurende het zomerhalfjaar) wordt regelmatig overschreden. Opvallend zijn de lage gemeten fosfaatconcentraties in de bovenlopen van de Beerze en de bovenlopen van de Reusel. Hoge pieken in concentraties kunnen optreden.



*Fosfaatconcentraties in het water van de Beerze. Het meetpunt langs de weg tussen Hapert en Bladel ligt bovenstrooms van de waterzuivering (uit Van der Bolt et al., 1996).*



*Fosfaatconcentraties in het water van de Reusel (uit Van der Bolt et al., 1996).*



*Fosfaatconcentraties in het water van de Rosep (uit Van der Bolt, et al., 1996).*