

Oorzaken van diffuse stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden

Inleiding

Uit onderzoek blijkt dat in veenweidegebieden de diffuse bronnen vaak meer dan de helft vormen van de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater [Jansen, 1988]. Bij deze diffuse bronnen kunnen worden onderscheiden: de 'natuurlijke' achtergrondbelasting en de belasting als gevolg van menselijk ingrijpen in de vorm van ontwatering en bemesting.

De achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor van het oppervlaktewater is in veen-



R. F. A. HENDRIKS
DLO-Staring Centrum, Instituut
voor Onderzoek van het
Landelijk Gebied (SC-DLO)

weidegebieden hoog in vergelijking met minerale bodems. Veenbodems onderscheiden zich van minerale bodems door dat ze van nature een groot potentieel aan nutriënten, voornamelijk stikstof, bevatten. Deze nutriënten zijn vooral aanwezig in de vorm van vaste organische verbindingen in het veen. Door afbraak en mineralisatie van het veen in de onverzadigde zone gaan organische en anorganische stikstof- en fosforverbindingen in oplossing. Een gedeelte van deze nutriënten spoelt uit naar grond- en oppervlaktewater. Daarnaast wordt in grote delen van het veenweidegebied het oppervlaktewater belast met nutriënten die via kwel vanuit de diepere ondergrond uitspoelen.

Landbouwkundig gebruik van veenweidegebieden beïnvloedt de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vooral door ontwatering en bemesting. Diepere ontwatering vergroot de onverzadigde zone en versnelt daardoor de afbraak en mineralisatie van het veen. Daarnaast beïnvloedt diepere ontwatering de hydrologische condities: afspoeling, ondiepe uitspoeling en wegzijging nemen af; uitspoeling via krimp-scheuren en diepere stroombanen, en kwel nemen toe. Via bemesting toegevoerde nutriënten kunnen door de veelal hoge grondwaterstanden in veenweidegebieden relatief snel uit- en afspoelen.

Het is zeer moeilijk om in veenweidegebieden de achtergrondbelasting en de bijdrage van menselijk ingrijpen te onderscheiden en afzonderlijk te kwantificeren. Voor de waterkwaliteitbeheerder is het dan ook lastig gericht en onderbouwd maatregelen te nemen om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen. DLO-Staring Centrum heeft

Samenvatting

In Nederlandse veenweidegebieden is de diffuse stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater groot. Hierbij is het van belang onderscheid te maken tussen de 'natuurlijke' achtergrondbelasting en de belasting als gevolg van ontwatering en bemesting. DLO-Staring Centrum heeft in opdracht van de STOWA beide vormen van nutriëntenbelasting onderzocht.

Het blijkt dat een complex samenspel van vooral de factoren veensoort, hydrologische randvoorwaarden en meteorologische condities de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden bepaalt. De hydrologie blijkt de meest bepalende factor te zijn. Hierbij is het optreden van nutriëntenrijke kwel van overwegend belang. In grote delen van het Nederlandse veenweidegebied valt deze kwel te verwachten.

De waterkwaliteitbeheerder moet daarom een goed inzicht hebben in de hydrologische situatie van zijn gebied. Alleen dan is een goede schatting van de achtergrondbelasting en de invloed van ontwatering en bemesting te maken. Het in dit onderzoek ontwikkelde modelinstrumentarium is hierbij een belangrijk hulpmiddel.

daarom in opdracht van de Stichting Toegestemd Onderzoek Waterbeheer (STOWA) in de periode 1990-1992 een onderzoek uitgevoerd naar de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden [Hendriks, 1993]. De doelstelling van dit onderzoek was de achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor van het oppervlaktewater in veenweidegebieden te kwantificeren en de invloed van bemesting en ontwatering op de stikstof- en fosforbelasting vast te stellen.

Opzet van het onderzoek

Het onderzoek bestond uit literatuuronderzoek, laboratoriumonderzoek, onderzoek aan veenkolommen, veldonderzoek en modelberekeningen. De verschillende deelonderzoeken moesten inzicht geven in de processen die verband houden met de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit en vanaf laagveen- en droogveen- en onbestede en ondiep ontwaterd (drooglegging ca. 0,20 m - mv.). De monsters voor het laboratorium- en kolomonderzoek waren afkomstig van de drie percelen. Met bestaande simulatiemodellen zijn de resultaten van de deelonderzoeken geanalyseerd en met elkaar in verband gebracht. Dit leverde aangepaste, geijkte en getoetste modellen op. Met deze modellen is de actuele achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor voor de drie percelen berekend.

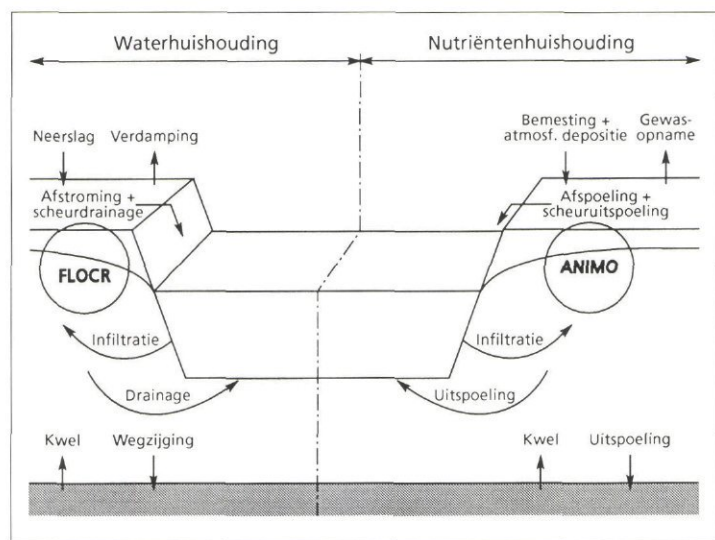
Het veldonderzoek is uitgevoerd op drie percelen met elk een andere veensoort in het Hollandse en Friese veenweidegebied. Het ging om een voedselrijke (eutrofe), een matig voedselarme (matig-oligotrofe) en een sterk voedselarme (oligotrofe) veensoort. Deze reeks van veensoorten bevat de twee uitersten in voedselrijkdom. De percelen waren al langere tijd (7-17 jaar) onbestede en ondiep ontwaterd (drooglegging ca. 0,20 m - mv.). De monsters voor het laboratorium- en kolomonderzoek waren afkomstig van de drie percelen. Met bestaande simulatiemodellen zijn de resultaten van de deelonderzoeken geanalyseerd en met elkaar in verband gebracht. Dit leverde aangepaste, geijkte en getoetste modellen op. Met deze modellen is de actuele achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor voor de drie percelen berekend.

Vervolgens zijn met de modellen de invloed van veensoort en hydrologie op de achtergrondbelasting bepaald. Ten slotte is met de modellen de invloed van ontwatering en bemesting op de nutriëntenbelasting onderzocht.

De modelberekeningen waren noodzakelijk, omdat de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden niet direct valt te meten zonder de hydrologische omstandigheden te verstoren [Hendriks, 1993]. Verder bieden modellen de mogelijkheid andere situaties dan de gemeten te simuleren, zodat de invloed van bepalende grootheden op de nutriëntenbelasting kon worden onderzocht. De resultaten van de modelberekeningen vormen daarom de eindresultaten van het onderzoek. Deze worden in dit artikel besproken.

Er zijn twee modellen gebruikt die de relevante processen in de veenbodem beschrijven (afb. 1): het waterhuishoudingmodel FLOCR [Oostindie en Bronswijk, 1992] en het nutriëntenhuishoudingmodel ANIMO [Rijtema *et al.*, i.v.]. FLOCR leverde de hydrologische invoer voor ANIMO. FLOCR is een eendimensionaal hydrologisch model voor het dynamisch berekenen van de waterbalans en van de stroming van water door de onverzadigde zone van zwellende en krimpende gronden. Het model simuleert het scheuren van de bodem en het transport van water door deze scheuren. FLOCR is ontwikkeld voor kleigronden door Bronswijk [1988] en aangepast voor veengronden door Hendriks [1993].

Het nutriëntenhuishoudingmodel ANIMO is vooral gericht op het dynamisch simuleren van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater. Een belangrijke eigenschap van het model voor de berekening van de nutriëntenhuishouding van veengronden is dat de stik-



Afb. 1 - De modellen FLOCR (hydrologie) en ANIMO (nutriëntenhuishouding) beschrijven de processen van de water- en nutriëntenhuishouding in de veenbodem.

stof- en fosforkringloop worden berekend op basis van de koolstofkringloop. Hierdoor is het mogelijk met ANIMO ook de uit- en afspoeling van opgelost organisch-stikstof en -fosfor te berekenen. ANIMO is aangepast voor het berekenen van de uitspoeling van nutriënten via krimp-scheuren naar grond- en oppervlaktewater [Hendriks, 1993].

Definitie van de achtergrondbelasting in veenweidegebieden

De achtergrondbelasting is de natuurlijke belasting in een niet door de mens beïnvloede situatie. De natuurlijke situatie van laagveengebieden is moeras. Aangezien deze natuurlijke, niet-ontwaterde situatie in Nederlandse veenweidegebieden niet meer bestaat, is in dit onderzoek de achtergrondbelasting gedefinieerd als de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in onbemeste veenweidegebieden met de traditionele, geringe drooglegging van circa 0,20 m beneden maaiveld bij de actuele atmosferische depositie van mineralen. De bronnen van nutriënten bij de achtergrondbelasting zijn: het veen, nutriëntenrijke kwel en de atmosferische depositie.

Achtergrondbelasting: invloedfactoren en omvang

Het blijkt dat een complex samenspel van de invloedfactoren veensoort, hydrologie en, in mindere mate, meteorologische omstandigheden de achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor van het oppervlaktewater in veenweidegebieden bepaalt. De hydrologie blijkt de meest bepalende factor te zijn. Hierbij is het voorkomen van nutriëntenrijke kwel van doorslaggevende betekenis.

Veensoort

De invloed van de veensoort is vastgesteld door voor de drie onderzochte veensoorten

modelsimulaties uit te voeren en de resultaten hiervan onderling te vergelijken. Hierbij is de invloed van de andere factoren uitgesloten door gelijke hydrologische en meteorologische randvoorwaarden voor alle simulaties te nemen:

- kwel of wegzijging is uitgesloten door een ondoordringende onderrand op te leggen;
- voor de overige hydrologische randvoorwaarden zijn gemiddelden voor veenweidegebieden gebruikt (afstand, diepte en drainageweerstand van sloot- en greppel-systemen);
- er is gerekend met de gegevens van een gemiddeld weerjaar.

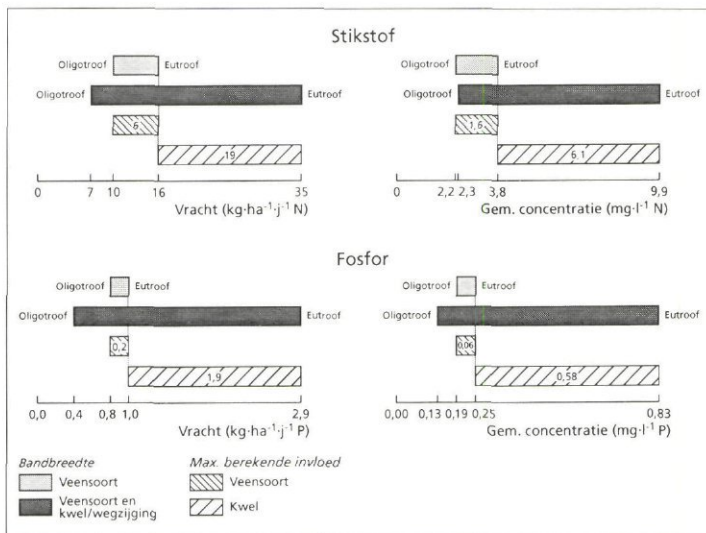
Van de veensoort is voor de achtergrondbelasting aan stikstof vooral de stikstofrijkdom bepalend: hoe stikstofrijker de veensoort, hoe groter de belasting. Eutroof veen bevat de meeste stikstof, oligotroof veen de minste. Het berekende bereik van de achtergrondbelasting aan stikstof, afhankelijk van de veensoort, zonder kwelinvloed en in een gemiddeld meteorologisch jaar, bedraagt als vracht

10-16 kg·ha⁻¹·j⁻¹ N en als jaargemiddelde concentratie in het uit- en afstromende water 2,2-3,8 mg·l⁻¹ N (afb. 2). Dit bereik vertegenwoordigt ruwweg het te verwachten bereik voor Nederlandse veenweidegebieden.

Voor fosfor zijn vooral het fosforbindend vermogen en de oplaadingsgraad (de hoeveelheid gebonden fosfor) van het veen onder de gemiddeld laagste grondwaterstand bepalend: hoe groter dit vermogen en hoe hoger deze oplaadingsgraad, hoe groter de achtergrondbelasting aan fosfor. Tussen de veensoort en het fosforgehalte van het veen bestaat geen eenduidige relatie [Hendriks, 1991 en 1993]. Waarschijnlijk heeft eutroof veen in het algemeen het grootste fosforbindend vermogen en de hoogste oplaadingsgraad. Het berekende bereik van de achtergrondbelasting aan fosfor, afhankelijk van de veensoort, zonder kwelinvloed en in een gemiddeld meteorologisch jaar, bedraagt als vracht 0,8-1,0 kg·ha⁻¹·j⁻¹ P en als jaargemiddelde concentratie in het uit- en afstromende water 0,19-0,25 mg·l⁻¹ P (afb. 2). Omdat de relatie tussen de veensoort en de bepalende grootheden niet helemaal eenduidig is, kan dit bereik kleiner zijn dan het te verwachten bereik voor Nederlandse veenweidegebieden. In vergelijking met minerale gronden is in veenweidegronden de achtergrondbelasting zonder kwelinvloed groot (Tabel I).

In principe is deze achtergrondbelasting een bron van eutrofiëring voor het oppervlaktewater, want de bijbehorende jaargemiddelde concentraties in het uit- en afstromende water zijn nagenoeg allemaal hoger dan de AMK-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit van 2,2 mg·l⁻¹ N en 0,15 mg·l⁻¹ P. Deze gemiddelde concentraties geven echter geen uitsluitsel over de te verwachten kwaliteit van het oppervlakte-

Afb. 2 - De achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor van het oppervlaktewater in veenweidegebieden hangt vooral af van de veensoort en de kwel. De bandbreedte voor de veensoort geldt in de situatie zonder kwel. Speelt bij het eutrofe veen kwel en bij het oligotrofe veen wegzijging een rol dan is de bandbreedte groter. De invloed van de veensoort is het verschil tussen het maximum en het minimum van de bandbreedte voor de veensoort. De invloed van de kwel is het verschil tussen de maxima van beide bandbreedten.



TABEL I – Achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$) bij verschillende bodemsoorten, zonder invloed van kwel en wegzijging.

Bodemsoort	N	P	Methode en bron
<i>Veen:</i>			
– oligotroof	10	0,8	1
– eutroof	16	1,0	1
<i>Zand:</i>	4	0,5	2
<i>Klei:</i>			
– rivierklei	3	0,3	2
– zeeklei	12-36	0,7-18,0	2

1. Modelberekeningen [Hendriks, 1993].

2. Schatting: neerslagoverschot ($300 \text{ mm} \cdot \text{j}^{-1}$) x concentratie in bovenste meter van het grondwater in natuurgebieden (concentraties: auteurs in Hendriks [1991]).

water. Door processen in de waterbodem en het bovenstaande water verdwijnen nutriënten (tijdelijk) uit het oppervlaktewater [zie Hendriks *et al.*, 1994].

Kwel

Voor het onderzoeken van de invloed van kwel zijn de modelsimulaties voor de veensoort uitgebreid met kwel/wegzijging. Hiervoor zijn de actuele onderrandvoorwaarden van de drie onderzoekspercelen gebruikt (stijghoogte van en nutriëntenconcentraties in het water onder het veenpakket, verticale weerstand). Bij het oligotrofe perceel treedt uitsluitend wegzijging op, bij het matig-oligotrofe perceel netto wegzijging en bij het eutrofe perceel netto kwel. De nutriëntenconcentraties in het kwelwater zijn bij het laatste perceel hoog ($60 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ N}$ en $3,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ P}$). In deze simulaties is de invloed van de kwel bij het eutrofe perceel voor stikstof 3 à 4 en voor fosfor 9 à 10 keer zo groot als de invloed van de veensoort (afb. 2). Wegzijging heeft een geringe verlaging van

de achtergrondbelasting tot gevolg.

Bepalend voor de bijdrage van kwel aan de nutriëntenbelasting is het product van de hoeveelheid kwelwater en de nutriëntenconcentraties daarin. Deze beide grootheden, en daarmee hun product, kunnen lokaal zeer sterk wisselen (afb. 3).

Voor de concentraties zijn van belang: zij bepalen de potentie van de kwelbijdrage aan de nutriëntenbelasting. De hoeveelheid kwelwater kan immers worden beïnvloed door het peilbeheer. De concentraties zijn in een groot deel van het Nederlandse veenweidegebied hoog (tot ruim $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ N}$ en ruim $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ P}$). De hoge concentraties hebben een natuurlijke oorzaak. Ze hangen voor een groot deel samen met een overmaat aan organische stof in de diepere ondergrond [RIVM, 1992]. Door deze ruimtelijke variabiliteit in hydrologische onderrandvoorwaarden is het niet mogelijk eenvoudige eenduidige uitspraken te doen over de grootte van de achtergrondbelasting aan nutriënten van het oppervlaktewater voor het gehele Nederlandse veenweidegebied.

Menselijk ingrijpen: ontwatering en bemesting

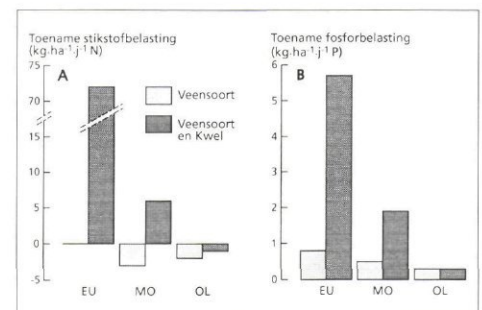
Ontwatering

Bij de invloed van diepere ontwatering op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden is een aantal processen van belang:

- toename van de mineralisatie van het veen door betere en diepere aëratie van het profiel;
- toe/afname van denitrificatie (afhankelijk van de hydrologische omstandigheden);
- toename van de gewasopname;
- toename van het bergend en bindend vermogen van het bodemprofiel;

- toename van kwel en/of afname van wegzijging;
 - toename van snel-transport via krimp-scheuren;
 - afname van oppervlakkige afspoeling en ondiepe uitspoeling naar greppels.
- Deze processen hebben een verschillend effect op de nutriëntenbelasting. Het totale effect wordt bepaald door het (de) dominante proces(sen).

De invloed van ontwatering in een onbemeste situatie is onderzocht in simulaties zonder kwel/wegzijging en in simulaties met kwel/wegzijging (afb. 4).

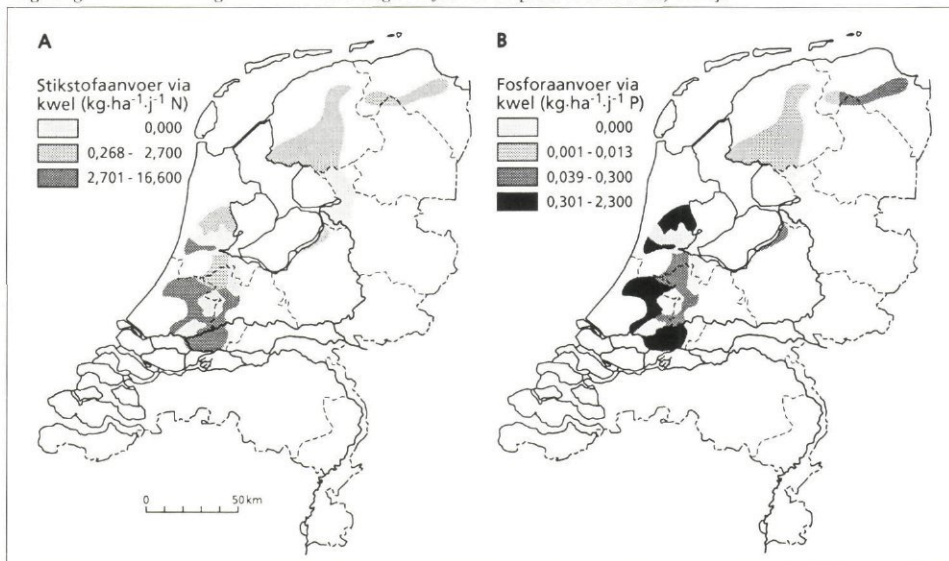


Afb. 4 – Berekende toename van de stikstofbelasting (A) en fosforbelasting (B) van het oppervlaktewater van de drie onbemeste onderzoekspercelen door vergroting van de drooglegging van 20 naar 70 cm - m.v., voor een situatie zonder en een situatie met kwel/wegzijging. Codering van de percelen: EU = eutrofe, MO = matig-oligotrofe, OL = oligotrofe.

De overige hydrologische randvoorwaarden en de meteorologische condities van deze simulaties zijn identiek aan die van de simulaties voor de achtergrondbelasting. Door diepere ontwatering daalt de grondwaterstand. In de simulaties met kwel/wegzijging neemt hierdoor in het eutrofe perceel de kwel sterk toe, wordt in het matig-oligotrofe perceel de kwel dominant en neemt in het oligotrofe perceel de wegzijging sterk af.

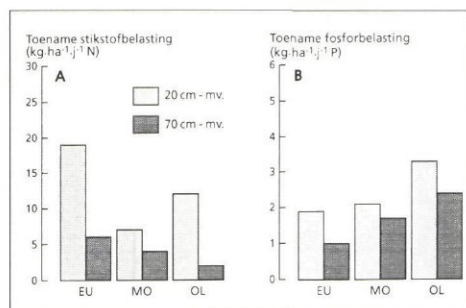
Diepere ontwatering in de onbemeste situatie leidt altijd tot toename van de fosforbelasting, maar alleen tot toename van de stikstofbelasting als stikstofrijke kwel optreedt (afb. 4). Ook hier blijkt dat de hydrologie in de vorm van kwel een dominante rol speelt. Diepere ontwatering leidt vooral tot toename van de nutriëntenbelasting als hierdoor de kwel toeneemt en de nutriëntenconcentraties in het kwelwater hoog zijn (eutrofe perceel). In een situatie zonder kwel/wegzijging zijn de gevolgen van diepere ontwatering relatief gering. De toename van de stikstofmineralisatie door diepere ontwatering leidt bij onbemeste veenweidepercelen niet tot een verhoging van de stikstofuitspoeling. De extra gemineraliseerde stikstof komt voor ruim de helft ten goede aan de gewasproductie. Het overige deel verdwijnt uit het profiel door denitrificatie.

Afb. 3 – Globale schatting van de stikstofvrachten (A) en fosforvrachten (B) aangevoerd via kwel in de Nederlandse laagveengebieden voor het gemiddelde meteorologische jaar 1985 [naar: Kroes *et al.*, 1990].



Bemesting

De invloed van bemesting is onderzocht voor verschillende droogleggingen in simulaties met kwel/wegzijging (afb. 5).



Afb. 5 - Berekende toename van de stikstofbelasting (A) en fosforbelasting (B) van het oppervlaktewater van de drie onderzoekspercelen door verhoging van de bemesting van geen bemesting naar een bemestingsniveau dat overeenkomt met 2,5 grootvee-eenheden per ha, voor een drooglegging van 20 en van 70 cm - mv. (simulaties met kwel en wegzijging).

Codering van de percelen: EU = eutroof, MO = matig-oligotroef, OL = oligotroef.

Verhoging van de bemesting heeft in de modelberekeningen in elke situatie een toename van de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater tot gevolg. De grootte van deze toename blijkt van veel factoren af te hangen, waarbij de hydrologische randvoorwaarden de belangrijkste zijn:

- de ontwateringssituatie is van zeer groot belang: naarmate de drooglegging geringer is, is de invloed van bemesting groter door een grotere ondiepe uitspoeling en afspoeling van meststoffen, en een geringere berging en binding in de kleinere onverzadigde zone. Bij geringere drooglegging blijven zuurstofafhankelijke processen als organische-stofafbraak en nitrificatie achter, waardoor minder meststoffen worden omgezet in nitraat en mineraal-fosfaat. Nitraat spoelt nauwelijks uit in veengronden: het wordt opgenomen door het gewas of verdwijnt uit het profiel door denitrificatie. Mineraal-fosfaat zal gedeeltelijk worden vastgelegd door gewasopname en adsorptie aan het bodemcomplex. Hierdoor spoelen bij een geringere drooglegging per saldo meer, vooral organische, N- en P-verbindingen uit;
- de infiltratiecapaciteit van de toplaag, vooral bij geringe drooglegging: hoe geringer de infiltratiecapaciteit, hoe groter de afspoeling van meststoffen over het bodemoppervlak;
- de kwelcondities: bij een hogere kwelintensiteit is bij een zelfde drooglegging de grondwaterstand hoger, waardoor meer meststoffen ondiep uitspoelen en afspoelen;
- meteorologische condities: naarmate de neerslag direct na een mestgift hoger is,

spoelen meer meststoffen uit via krimp-scheuren of af over het bodemoppervlak; – de veensoort, vooral bij stikstof: naarmate het veen rijker is aan stikstof en naarmate de afbraaksnelheid van het veen hoger is, is de concurrentie om zuurstof voor organische-stofafbraak en nitrificatie tussen veen en organische meststoffen groter. Bij eutroof veen blijft hierdoor de omzetting van organische meststoffen in nitraat en mineraal-fosfaat achter ten opzichte van oligotroef veen. Per saldo spoelen hierdoor bij eutroof veen meer, vooral organische, N- en P-verbindingen uit (zie ook onder het eerste gedachte-streepje);

– het fosforbindend vermogen van de bovenste profiellagen: hoe groter dit vermogen, hoe geringer de invloed van bemesting op de fosforbelasting.

De verschillen in berekende effecten van bemesting (afb. 5) hangen samen met deze factoren. Het effect van bemesting is consequent groter bij een geringere drooglegging. De verschillen tussen de drie percelen hebben bij stikstof vooral te maken met de infiltratiecapaciteit van de toplaag en met de veensoort. De infiltratiecapaciteit is het geringst bij het oligotrofe perceel en het grootst bij het matig-oligotrofe perceel. De afspoeling is daardoor het grootst bij het oligotrofe perceel.

De invloed van de veensoort – eutroof versus oligotroef – wordt vooral duidelijk bij de grotere drooglegging waar afspoeling geen rol meer speelt.

Bij fosfor worden de verschillen tussen de percelen vooral veroorzaakt door de verschillen in fosforbindend vermogen en, in mindere mate, in infiltratiecapaciteit. Het fosforbindend vermogen is het grootst bij het eutrofe perceel en het geringst bij het oligotrofe perceel.

Voor zowel stikstof als fosfor is het grootste effect van bemesting op de belasting van het oppervlaktewater te verwachten bij een ondiep ontwaterd, eutroof veenprofiel met een slecht doorlatende toplaag onder kwelomstandigheden. Voor fosfor is het effect groter naarmate het fosforbindend vermogen van de bovenste profiellagen lager is.

Combinatie van ontwatering en bemesting

Dieper ontwateren lijkt op het eerste gezicht een gunstige maatregel om de uit- en afspoeling van meststoffen te verminderen. Dit is echter een korte-termijneffect. Na bepaalde tijd zal de extra beschikbare profieldiepte verzadigd raken met fosfor en vervolgens doorslaan. Daarnaast ontstaat een nutriëntenrijkere organische stof in het bovenste deel van het profiel door de bemestingsnutriënten die niet uit- of afspoelen als gevolg van

diepere ontwatering. Hierdoor wordt het profiel nutriëntenrijker, wat op de langere termijn leidt tot een toename van de nutriëntenbelasting.

Bovendien is in een situatie met nutriëntenrijke kwel het negatieve effect van dieper ontwateren groter dan het positieve. De toename van de nutriëntenbelasting via verhoogde kwel is dan groter dan de afname van de uit- en afspoeling van meststoffen, met als gevolg een netto toename van de belasting. Daarbij mag niet uit het oog worden verloren dat diepere ontwatering van veengronden leidt tot een versnelde zakking van het maaiveld doordat het veen versneld wordt afgebroken. Het slootpeil moet hierdoor eerder en vaker worden verlaagd, waardoor de kwelintensiteit weer verder toeneemt.

Conclusie

Zowel de achtergrondbelasting aan stikstof en fosfor van het oppervlaktewater in veenweidegebieden, als de invloed van ontwatering en bemesting op deze nutriëntenbelasting worden in sterke mate bepaald door de hydrologische omstandigheden. Voor de achtergrondbelasting en de invloed van ontwatering is vooral het optreden van nutriëntenrijke kwel van groot belang.

Voor een doelmatig beleid moet de waterkwaliteitbeheerder daarom een goed inzicht hebben in de hydrologische situatie van zijn gebied, en vooral in de kwel en wegzijging en de nutriëntenconcentraties in het kwelwater. Alleen dan kan hij een reële schatting maken van de grootte van de achtergrondbelasting en van de invloed van ontwatering en bemesting op de nutriëntenbelasting. Het in dit onderzoek ontwikkelde en toegepaste modelinstrumentarium kan hierbij een belangrijk hulpmiddel zijn.

Indien de situatie van een veenweidegebied wordt bepaald door het optreden van nutriëntenrijke kwel, is het uit oogpunt van terugdringing van de eutrofiëring van het oppervlaktewater verstandig het oppervlaktewaterpeil hoog te houden, mits de kwaliteit van het inlaatwater dit toestaat. Deze maatregel zou dan gepaard moeten gaan met het verminderen van de bemesting.

Literatuur

- Bronswijk, J. J. B. (1988). *Modelling of water balance, cracking and subsidence of clay soils*. J. Hydrol. 97: 199-212.
- Hendriks, R. F. A. (1991). *Afbraak en mineralisatie van veen. Literatuuronderzoek*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 199.
- Hendriks, R. F. A. (1993). *Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidegebieden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 251.
- Hendriks, R. F. A., Kolk, J. W. H. van der en

modelstudie. De Dienst Landbouwvoorlichting en het Regionaal Onderzoekscentrum Zegveld, gespecialiseerd in de rundveehouderij in het veenweidegebied, droegen zorg voor de deskundigheid vanuit de landbouw. Een medewerker van de Landinrichtingsdienst bracht kennis in over modellen, het grondwater, de waterhuishouding en de indeling van het gebied. De medewerker gebiedsgericht onderzoek van het zuiveringsschap zorgde voor kennis van de waterkwaliteit en modellen. Ook de mineralenpraktijkgroepen maakten deel uit van de projectorganisatie. Hierin namen vooral de vertegenwoordigers van de landbouworganisaties en het zuiveringsschap een belangrijke plaats in. Tussen de verschillende overlegstructuren bestonden allerlei personele dwarsverbanden.

Kortom: alle partijen in het project waren optimaal geïnformeerd over de aspecten die voor hen relevant waren. En de praktische kennis uit het gebied kon zo goed mogelijk worden ingebracht.

Bruikbaarheid modellen

Een modelstudie zoals die voor het project Bergambacht is uitgevoerd kost een aanzienlijke inspanning: inzet van mensen van de deelnemende organisaties en kosten voor het uitvoeren van de modelstudie. Voor de vraag of er sprake was van een 'rendabele' inspanning pleitte een aantal argumenten. De balansstudie uit 1988 bood ruime informatie om het model te voeden en de te nemen maatregelen voldoende betrouwbaar te voorspellen. De kosten van de modelstudie stonden in een redelijke verhouding tot de verwachte kosten van de te nemen maatregelen. En tenslotte was er sprake van aanzienlijke beleidsmatige gevolgen van de te nemen maatregelen.

Natuurlijk bleek het herhaaldelijk nodig om keuzen te maken. Die keuzen zijn telkens expliciet gemaakt en hebben geresulteerd in een besluit van de begeleidingscommissie. Waar nodig heeft de begeleidingscommissie fiat voor zijn besluit gevraagd aan het projectteam. Als eerste stap heeft de begeleidingscommissie de technische kwaliteiten van het model getoetst. De begeleidingscommissie heeft expliciet zijn vertrouwen in de modellen uitgesproken. Dit oordeel is hierna bevestigd in het projectteam. Hier ligt een eerste belangrijk punt voor het draagvlak. Weliswaar had de stuurgroep gekozen voor het voorspellen van maatregelen met een modelstudie. Maar dit besluit is genomen zonder een oordeel over de te gebruiken modellen. Door hierover alsnog een expliciet standpunt in te nemen, is een discussie over de bruikbaar-

heid van de modellen al in een vroeg stadium afgerond.

Vervolgens kwam de fase dat DLO-Staring Centrum het model moest voeden met betrouwbare gegevens over de bronnen van eutrofiëring, de eigenschappen van het gebied, enzovoort. Het ging niet alleen over de betrouwbaarheid van de gegevens. Maar ook om het vertrouwen in die gegevens door met name de agrariërs; de les uit 1989. Daar waar de gegevens niet spijkerhard waren, zijn de benodigde aannamen en randvoorwaarden stuk voor stuk expliciet in de begeleidingscommissie aan de orde geweest. Dat heeft geleid tot circa 40 besluiten over aannamen.

Verreweg de meeste aannamen golden de randvoorwaarden voor de berekening van de uit- en afspoeling vanuit en vanaf de landbouwgronden. Voorbeelden daarvan zijn de bemesting in het verleden, de ontwikkeling van de veebezetting en de gegevens over de concentraties stikstof en fosfor in het kwelwater.

Keuzen over de veehouderij zijn in eerste instantie aan de orde geweest in de Mineralenpraktijkgroepen. De agrariërs in deze groepen hebben immers de beste kennis van het gebied. En door de keuzen te baseren op hun oordeel ontstaat meteen een stuk draagvlak. Belangrijk voor het vertrouwen in die keuzen is ook geweest dat de Dienst Landbouwvoorlichting en het Regionaal Onderzoekscentrum bij de discussie in de Mineralenpraktijkgroepen aanwezig waren. Hun deskundigheid heeft de agrariërs uit de Mineralenpraktijkgroepen gesterkt in hun keuzen.

Als laatste punt gold de spreiding en de betrouwbaarheid van de berekeningen van het effect van de maatregelen. DLO-Staring Centrum heeft hiervoor een aantal varianten doorgerekend. Voor de meest gevoelige en meest onbetrouwbare parameters is berekend wat de gevolgen zijn bij een bepaalde spreiding van de uitganggegevens. Ook hier zijn alle aannamen weer expliciet vastgesteld door de begeleidingscommissie.

Door alle dwarsverbanden tussen de Mineralenpraktijkgroepen, de begeleidingscommissie, de werkgroep en de stuurgroep verspreidde het vertrouwen over de modelstudie zich bij alle deelnemers.

Van technische afweging naar bestuurlijk besluit

De laatste stap was uiteraard de bestuurlijke besluitvorming.

Tot nu toe is alleen gesproken over het vertrouwen in de uitkomst van de modelstudie. Dat vertrouwen is voldoende gebleken, dankzij de wijze waarop deze modelstudie is begeleid. Daarnaast spelen uiteraard ook nog andere factoren. Natuur-

lijk zijn daar de kosten die de deelnemers inschatten die zij zelf moeten maken om de maatregelen uit te voeren. Ook speelde de precedentwerking van de maatregelen. Op tal van punten gaat het project verder dan wet- en regelgeving. Iedere bestuurder realiseert zich drommels goed wat er gebeurt als de maatregelen inderdaad het beloofde effect hebben. En tenslotte is er het vertrouwen in elkaar. Geen zakelijk en rationeel aspect, maar wel van groot belang. Daarbij zijn vooral twee zaken wezenlijk. De projectorganisatie zorgde voor de noodzakelijke personele dwarsverbanden zodat de juiste mensen bij de juiste besluiten waren betrokken. Daardoor heeft men vertrouwen in elkaar gekregen. Er is voldoende tijd uitgetrokken voor 'het proces'. Vertrouwen ontstaat niet van vandaag op morgen. De deelnemers aan het project hebben tijd nodig gehad om elkaar te leren vertrouwen.

Conclusies

In een gevoelig en complex project, zoals het project 'Gebiedsgericht waterbeheer peilgebied Bergambacht', is het toepassen van een modelstudie noodzakelijk en zeer bruikbaar gebleken. De uitvoering van een modelstudie is echter duidelijk meer dan het toepassen van een stuk techniek. Om daadwerkelijk te komen tot de uitvoering van maatregelen is het cruciaal geweest dat er voldoende vertrouwen ontstond in het model en de uitkomsten. In de organisatie van het project is hier veel aandacht voor geweest. We kunnen nu constateren dat die aandacht terecht en effectief is geweest.

● ● ●

Oorzaken

• *Vervolg van pagina 69.*

Oosterom, H. P. (1994). *Effecten van beheersmaatregelen op de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater van peilgebied Bergambacht. Een modelstudie.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 272.

Jansen, E. J. (1988). *Invloed van de landbouw op de kwaliteit van oppervlaktewater.* Wageningen, ICW. Hoofdrapport. Rapport 30/1.

Kroes, J. G., Roest, C. W. J., Rijtema, P. E. en Locht, L. J. (1990). *De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 55.

Oostindie, K. and Bronswijk, J. J. B. (1992). *FLOCR - A simulation model for the calculation of water balance, cracking and surface subsidence of clay soils.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 47.

Rijtema, P. E., Roest, C. W. J. and Kroes, J. G. (i.v.). *Formulation of the nitrogen and phosphate behaviour in agricultural soils, the ANIMO model.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 30.

RIVM (1992). *Milieudiagnose 1991. III, Bodem- en grondwaterkwaliteit.* Bilthoven, RIVM, Laboratorium voor Bodem- en Grondwaterkwaliteit. Rapport nr. 228473001.

● ● ●