



Bemesting hoofdoorzaak van eutrofe veensloten?

ROB HENDRIKS, ALTERRA

In de Nederlandse veenweidegebieden is het oppervlaktewater momenteel veelal eutroof; het bevat hoge concentraties stikstof en fosfor. De normen voor oppervlaktewaterkwaliteit worden meestal ruimschoots overschreden. Vaak wordt deze slechte waterkwaliteit direct verbonden aan uit/afspoeling van overtollige meststoffen. De veenbodem zelf en nutriëntenrijke kwel vormen echter ook belangrijke bronnen van nutriëntenbelasting. In dit artikel wordt onderzocht in hoeverre de nutriëntenbelasting kan dalen door vermindering van de bemesting. Bij bemestingsniveaus die voldoen aan de MINAS-verliesnormen is bemesting waarschijnlijk een even grote bron als de veenbodem. Verder reduceren van de bemesting tot 'evenwichtsbemestingsniveau' resulteert in mestbijdragen omgerekend naar uitspoelingsconcentraties in de orde van de MTR-waarden. Zonder mestinvloed bedraagt de nutriëntenbelasting als uitspoelingsconcentraties één tot vele malen de MTR-waarden, afhankelijk van de aard van de veenbodem en de kwelcondities. Door de grote variatie in bepalende omstandigheden vergt de aanpak van de eutrofiëringsproblematiek in veenweidegebieden maatwerk.

In het landelijk veenweidegebied vormt de diffuse nutriëntenbelasting vanuit de bodem de belangrijkste bron van nutriënten voor het slootwater. Algemeen wordt deze bron in de eerste plaats geassocieerd met uit- en afspoeling van (overtollige) meststoffen. Door de hoge grondwaterstanden kunnen deze stoffen relatief snel uit- en afspoelen. In veenweidegebieden zijn echter nog andere diffuse bronnen van belang: de veenbodem en nutriëntenrijke kwel¹⁾. Veenbodems bevatten van nature een groot potentieel aan nutriënten in de vorm van vaste organische verbindingen. Door afbraak van het veen gaan (an)organische stikstof- en fosforverbindingen in oplossing. Een deel hiervan spoelt uit naar grond- en oppervlaktewater. Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater vanuit de diepere ondergrond via kwel vormt voor grote delen van het veenweidegebied eveneens een bron van eutrofiëring. De veenbodem als nutriëntenbron valt slechts weinig te sturen door verandering van de drooglegging binnen voor veenweidegebieden realistische marges (20-70 cm -mv)¹⁾. Dat is wel mogelijk voor de nutriëntenaanvoer via kwel. Opzetten van het oppervlaktewaterpeil kan deze aanvoer sterk onderdrukken. Peil opzetten leidt echter tot toename van de uit- en afspoeling van meststoffen door vernatting van het bodemprofiel¹⁾. Peil verlagen vermindert de bijdrage van deze nutriëntenbron, althans op korte termijn. Op lange termijn

wordt het veenprofiel nutriëntenrijker door opslag van niet-uit/afgespoelde mestnutriënten. Uiteindelijk komen deze opgeslagen mestnutriënten door afbraak van het veen weer vrij. Bovendien brandt door diepere ontwatering het veenprofiel versneld op met alle ongewenste gevolgen vandien. Vermindering van de bemesting lijkt daarom de aangewezen weg om de bijdrage van deze nutriëntenbron te reduceren. Of in veler ogen, omdat deze bron als enige of in ieder geval als grootste bron van eutrofiëring wordt gezien, zelfs dé oplossing voor het eutrofiëringsprobleem van veensloten. Dat laatste geeft aanleiding tot enkele kritische vragen. Is bemesting wel de hoofdoorzaak van eutrofe veensloten? of anders gesteld: hoe hoog zou de diffuse nutriëntenbelasting zijn zonder bemesting? En wat valt te bereiken met mestreductie tot een, met het oog op behoud van het veenweidegebied, voor de veehouderij acceptabel niveau? In dit artikel worden deze vragen op basis van analyse met simulatiemodellen beantwoord voor twee voorbeeldgebieden in het westelijke veenweidegebied: peilgebied Bergambacht (Krimpenwaard) en polder Rozendaal (Lopikerwaard).

Systemanalyse

De uitspoelingsroutes van nutriënten zijn in veenweidegebieden zeer moeilijk door metingen te traceren zonder de oorspronkelijke (hydrologische) situatie te verstoren. Dit

maakt het lastig de bijdragen van de verschillende bronnen van nutriëntenbelasting te ontrafelen. Door het bodem-water-plant-systeem te analyseren met gevalideerde simulatiemodellen kan wél inzicht worden verkregen in de grootte van de bronnen afzonderlijk. Een geschikt modelinstrumentarium hiervoor is door Alterra ontwikkeld, gevalideerd en toegepast om de achtergrondbelasting met stikstof en fosfor van het oppervlaktewater in veenweidegebieden en de invloed van bemesting en ontwatering op deze belasting te kwantificeren¹⁾. Het bestaat uit ANIMO^{2),3)}, een nutriëntenhuishoudingmodel voor het dynamisch simuleren van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater, gecombineerd met FLOCR³⁾, een dynamisch hydrologisch model voor de onverzadigde zone van krimpene/zwelende klei- en veengronden. In diverse studies is dit modelinstrumentarium gebruikt binnen een modellenketen voor bodem en oppervlaktewater om de diffuse water- en nutriëntenbelasting te berekenen als basis voor berekeningen van de water- en nutriëntenhuishouding van het oppervlaktewater. Voor 'Project Bergambacht'⁴⁾ zijn hiermee effecten van beheersmaatregelen op de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater doorgerekend⁵⁾. In een project in het kader van gedifferentieerde normstelling⁶⁾ is het modelinstrumentarium ingezet binnen zo'n modellenketen om de historische (1950-1998) diffuse nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te berekenen voor vier proefgebieden in laag Nederland, waaronder de veenweidepolders Bergambacht en Rozendaal⁷⁾. In een vervolgpriject⁸⁾ zijn voor deze twee polders scenarioanalyses verricht om de langetermijneffecten van genomen maatregelen te onderzoeken, zoals het reduceren van de bemesting. De modeluitkomsten van de laatste twee studies worden hier gebruikt voor het beantwoorden van bovengestelde vragen.

Modelberekeningen

Voor de historische diffuse nutriëntenbelasting zijn de voorbeeldgebieden doorgerekend met historische gebiedsgegevens van bemesting en weer^{5),7)}. Met de scenarioberekeningen⁸⁾ is nagegaan hoever de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in de twee gebieden op de lange termijn kan worden teruggedrongen door reductie van de bemesting tot een niveau dat economisch rendabel landgebruik in veenweidegebieden paart aan zo gering mogelijke verliezen naar grond- en oppervlaktewater. In het project Bergambacht is dit evenwichtsbemestingsniveau op basis van kennis van het Regionaal Onderzoekscentrum Zegveld vastgesteld op 260 kilo N-effectief (382 kilo stikstof exclusief de ammoniakstikstof die vervluchtigt tijdens toediening) en

100 kilo P_2O_5 (44 kilo fosfor) per hectare per jaar⁸⁾. In Bergambacht is deze maatregel doorgevoerd vanaf 1995. In 2000 is hier gemiddeld een niveau gerealiseerd van 356 kilo stikstof (exclusief ammoniakvervluchtiging) en 39 kilo fosfor per hectare landbouwgrond per jaar. In de scenario's zijn de twee gebieden doorgerekend met dit gereduceerde niveau van Bergambacht en met hun werkelijke bemestingsniveaus van 1995. De scenarioperiode bedraagt 30 jaar (1995-2024) op basis van een reeks van 13 werkelijke weerjaren (1988-2000), waarvan de drie meest gemiddelde weerjaren zijn gebruikt voor het einde van de scenarioperiode. De scenarioresultaten van het laatste jaar (het meest gemiddelde weerjaar) zijn onderling vergeleken. Om de bijdrage van de drie bronnen bodem, kwel en mest afzonderlijk zichtbaar te maken, zijn aanvullende modelberekeningen gedaan. De bodembijdrage is verkregen uit berekeningen zonder bemesting en zonder nutriënten in het kwelwater, de mestbijdrage door de resultaten van extra berekeningen zonder bemesting af te trekken van de reguliere berekeningsresultaten en de kwelbijdrage door de berekeningen zonder bemesting te verminderen met de bodembijdrage. De berekende uitspoelingsvrachten vertonen een zeer piekerig verloop (afbeelding 1), door de grote verschillen tussen de jaren in neerslag(overschot) als drijvende kracht voor de nutriëntenuitspoeling. Het verloop van de berekende jaargemiddelde uitspoelingsconcentraties is veel geleidelijker en maakt daardoor de bijdragen van de afzonderlijke bronnen aan de nutriëntenbelasting beter duidelijk. Deze bijdragen zijn voor verschillende bemestingsituaties geanalyseerd (afbeelding 2).

Nutriëntenbelasting afhankelijk van mestniveaus

De mestbijdrage aan de nutriëntenbelasting is groter naarmate de bemesting hoger is (zie afbeelding 2). Omdat de basis van de nutriëntenbelasting, de bodem- en kwelbijdrage, (als uitspoelingsconcentratie) vrij constant in de tijd is, weerspiegelt deze relatie de relatie tussen nutriëntenbelasting en mestgift: de belasting is hoger bij hogere mestgiften. De top van de bemesting ligt voor beide gebieden in de periode 1980-1989. Door de bufferende werking van de veenbodem valt de top van de mestbijdrage aan de nutriëntenbelasting vijf tot zeven jaar later. De periode 1980-1994 is daarom representatief voor de historische periode met de grootste mestbijdrage (TOP in afbeelding 2). Gemiddeld bedraagt in deze periode de bijdrage van de bemesting ruim een kwart (Bergambacht) tot eenderde (Rozendaal) van de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. De grootste bron van nutriënten vormt in deze twee voorbeeldgebieden

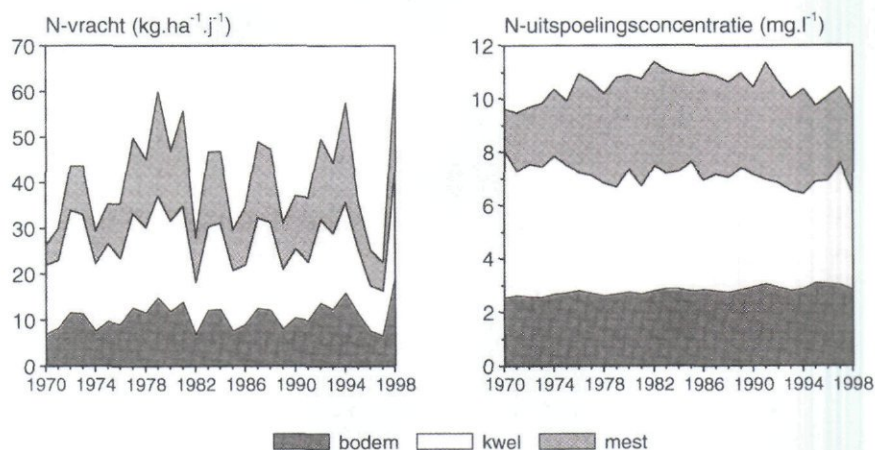
de kwel (36 à 46 procent). Incidenteel vormt bemesting wel de grootste bron. De maximaal berekende mestbijdrage bedraagt voor stikstof en fosfor bij Bergambacht respectievelijk 34 en 29 procent en bij Rozendaal 39 en 36 procent (maximum in de spreiding in afbeelding 2). De spreiding in mestbijdragen is het gevolg van spreiding in mestgiften en variatie in neerslag tussen de weerjaren. Afhankelijk van neerslag en mestgift spoelt 0,3 tot 4,1 procent van de meststoffen uit en af. De grotere mestbijdragen van Rozendaal in vergelijking met Bergambacht hebben hun oorzaak in hogere (minerale) mestgiften in het verleden, een groter aandeel veenbodem en een gemiddeld geringere drooglegging bij Rozendaal.

In de scenarioberekeningen zijn de bemestingsniveaus van 1995 in de autonome ontwikkeling (AUT in afbeelding 2) vergeleken met de evenwichtsbemestingsniveau van Bergambacht in 2000 (EVE in afbeelding 2) voor het verschil in nutriëntenbelasting op de lange termijn (30 jaar). In 1995 waren in Bergambacht de topbemestingsniveaus van 1985 al ruim gehalveerd tot mestgiften waarvan in de modelberekeningen de overschotten ruimschoots voldoen aan de MINAS-verliesnormen⁸⁾. De vermindering gerealiseerd in 2000 ten opzichte van 1995 bedroeg daarom slechts zes tot acht procent. Deze geringe reductie geeft nauwelijks een afname van de mestbijdragen en leidt tot een verwaarloosbare vermindering van de nutriëntenbelasting. Door reductie van de bemesting nemen gewasopname en denitrificatie af, en neemt de intoring op de fosforvoorraad in de bodem toe. In Rozendaal was de bemesting in 1995 met 22 procent afgenomen ten opzichte van de topniveaus in 1985, tot een niveau dat in de modelberekenin-

gen voor stikstof net aan de MINAS-verliesnormen voldoet en voor fosfor daar nog ruim boven zit⁸⁾. Deze niveaus liggen echter 60 procent hoger dan die van Bergambacht. Daarom is in Rozendaal de reductie van de mestgiften van 1995 met 34 à 35 procent tot de niveaus van 2000 van de landbouwgronden van Bergambacht wel relevant. Deze bemestingsreductie geeft een substantiële vermindering (27 à 37 procent) van de mestbijdrage en een duidelijke verlaging (8 à 13 procent) van de belasting. Ten opzichte van de vermindering in mestgiften is deze afname in uit/afspoeling van meststoffen echter zeer gering (voor stikstof en fosfaat respectievelijk 3,3 en 1,3 procent van de vermindering in mestgiften). De lagere mestgift leidt bij stikstof vooral tot verminderde denitrificatie en lagere gewasopname, en bij fosfaat vooral tot afname van de opslag in de bodem.

De nutriëntenbelasting zonder invloed van bemesting is verkregen door alle berekeningen zonder bemesting te middelen over de periode 1950-2024 (NUL in afbeelding 2). Deze belasting bedraagt als jaargemiddelde uitspoelingsconcentratie voor Bergambacht 5,0 mg stikstof en 0,55 mg fosfor per liter, en voor Rozendaal 7,0 mg stikstof en 0,48 mg fosfor per liter. De spreiding in de uitspoelingsconcentraties is voornamelijk het gevolg van spreiding in de kwelbijdragen door verschillen tussen de weerjaren in het aandeel van de kwel in de totale waterafvoer. De verschillen tussen de gebieden worden vooral veroorzaakt door verschillen in kwelcondities. Bergambacht heeft hogere fosforconcentraties in het kwelwater en Rozendaal hogere stikstofconcentraties⁷⁾. De bodemopbouw van beide gebieden is in grote lijnen gelijk: vier tot zeven meter eutroof (voedselrijk) bos- en broekveen met een kleidek

Afb. 1: Voorbeeld van het verloop in de tijd van de berekende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Getoond zijn de stikstofvracht en -uitspoelingsconcentratie, opgesplitst naar de drie bronnen van nutriënten bodem, kwel en mest, over de periode 1970-1998 voor Rozendaal. Vrachten zijn oppervlaktegewogen gebiedsgemiddelde jaartotalen en concentraties oppervlaktegewogen gebiedsgemiddelde jaargemiddelden (nutriëntenvracht gedeeld door watervracht op jaarbasis).



van circa 40 cm. Wel kent Bergambacht een veel grotere variatie in dikte van het kleidek (van 20 tot 110 cm)⁷⁾. Dit verklaart de (geringe) verschillen in bodembijdragen.

De berekende jaargemiddelde uitspoe-

lingsconcentraties liggen in alle gevallen boven de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit (maximaal toelaatbaar risico MTR) van 2,2 mg totaalstikstof en 0,15 mg totaalfosfor per liter in het zomerhalfjaar. Dat geldt eveneens voor de resultaten van een extra doorgekend

natuur-scenario (niet gepresenteerd in afbeelding 2), waarin de bemesting is beëindigd en de kwel is onderdrukt door opzetten van het peil tot het traditionele hoge niveau in veenweidegebieden van 20 cm -mv. In 2024 bedragen deze jaargemiddelde uitspoelingsconcentraties 4,2 mg stikstof en 0,49 mg fosfor per liter voor Bergambacht, en 4,5 mg stikstof en 0,39 mg fosfor per liter voor Rozendaal. Dit impliceert dat zelfs in het meest vergaande scenario, waarin de menselijke invloed is geminimaliseerd, in beide veenweidepolders het uit/afspoelende water een potentiële bron van eutrofiëring vormt.

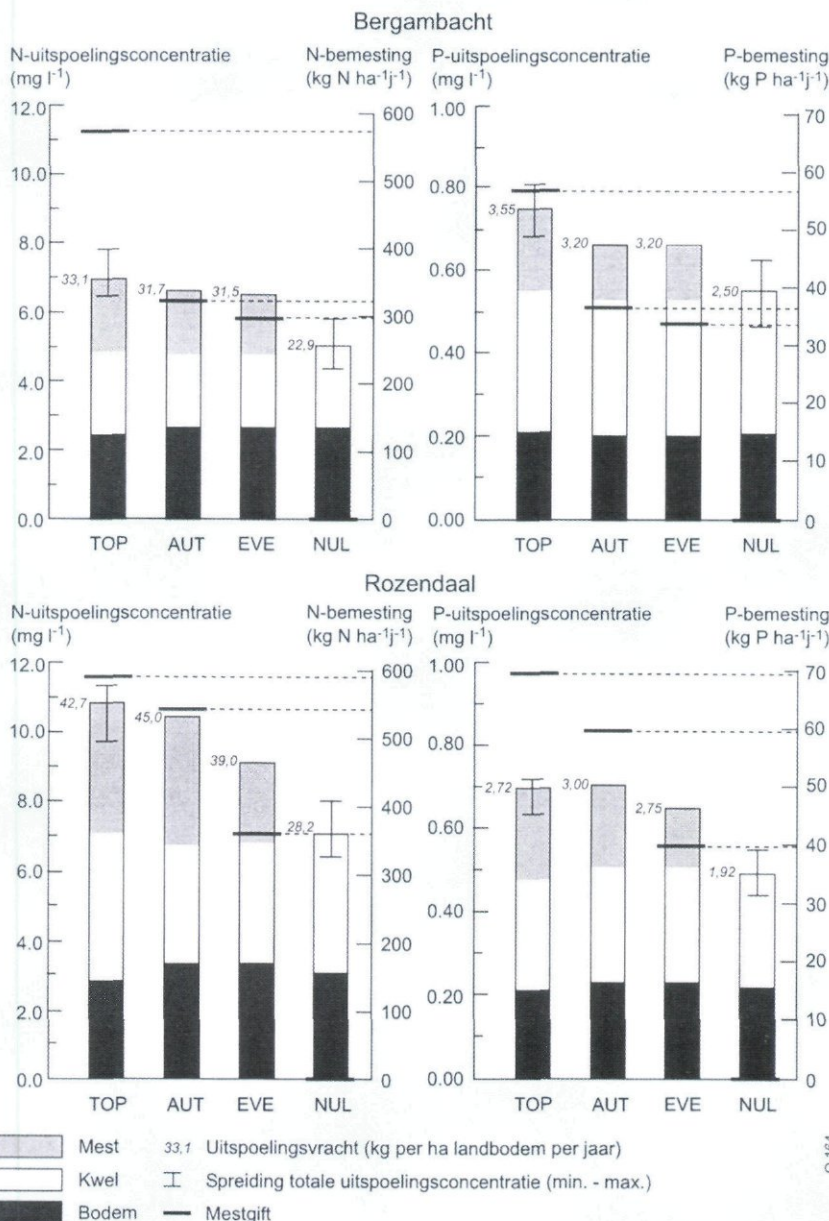
Discussie en conclusies

Volgens de berekeningen vormt in de twee voorbeeldgebieden de bemesting gemiddeld gezien niet de grootste bron van nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Kwel domineert in beide gebieden licht deze belasting. De bijdrage van de mest ligt in dezelfde orde van grootte als de bodembijdrage (25 à 35 procent). Zonder invloed van bemesting zijn de jaargemiddelde uitspoelingsconcentraties nog twee tot vier keer zo hoog als de MTR-waarden voor oppervlaktewaterkwaliteit. Reduceren van de bemesting tot evenwichtsbemestingsniveau, een minimaal niveau dat voor de veehouderij nog acceptabel is, resulteert in mestbijdragen omgerekend naar uitspoelingsconcentraties in de orde van de MTR-waarden.

In andere veenweidegebieden kan het aandeel van de bemesting aan de nutriëntenbelasting groter zijn. Als nutriëntenrijke kwel ontbreekt in vergelijkbare eutrofe veengebieden als de voorbeeldgebieden zal de bemesting ruwweg de helft van de belasting vormen. Betreft het voedselarmere (mesotrofe of oligotrofe) veengronden zonder nutriëntenrijke kwel dan kan, afhankelijk van het bemestingsniveau, de bemesting de grootste bron zijn. Daarnaast zijn er nog andere omstandigheden die de bemestingsbijdrage kunnen vergroten, zoals een geringere drooglegging of anderszins hogere grondwaterstanden, slechter doorlatende toplaag en geringer fosfaatbindend vermogen⁸⁾. Deze omstandigheden, en vooral ook de kwelbijdrage, kunnen sterk wisselen in de Nederlandse veenweidegebieden. Bemesting is in deze gebieden echter nooit de enige bron van nutriënten. Bij bemestingsniveaus die voldoen aan de MINAS-verliesnormen is bemesting waarschijnlijk geen veel grotere bron dan de veenbodem. Verder reduceren van de bemesting tot het evenwichtsbemestingsniveau is alleen effectief bij niveaus die veel hoger zijn dan dit evenwichtsniveau. Bij niveaus die net voldoen aan de MINAS-verliesnormen is met deze maatregel voor stikstof de mestbijdrage nog substantieel te reduceren. Voor fosfor lijkt dit minder het geval. Met

Afb. 2: Berekende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater als jaargemiddelde stikstof- en fosforuitspoelingsconcentraties, opgesplitst naar de drie bronnen van nutriënten bodem, kwel en mest, en stikstof- en fosformestgiften, voor vier bemestingssituaties van Bergambacht en Rozendaal. Tevens zijn de met de totale uitspoelingsconcentraties corresponderende uitspoelingsvrachten weergegeven. Vrachten zijn oppervlaktegewogen gebiedsgemiddelde jaartotalen en concentraties oppervlaktegewogen gebiedsgemiddelde jaargemiddelden (nutriëntenvracht gedeeld door watervracht op jaarbasis) voor het rurale deel van elk gebied. Het rurale gebied van Bergambacht bestaat niet volledig uit landbouwgronden; dat van Rozendaal wel. De bemestingssituaties (stikstofbemesting is exclusief de ammoniakstikstof die vervluchtigt tijdens toediening):

- TOP = topbemesting, gemiddelden voor de periode 1980-1994, representatief voor de periode met de grootste mestbijdrage
- AUT = autonome ontwikkeling, bemestingsniveau van 1995, resultaten van het laatste (30^e) scenariojaar
- EVE = evenwichtsbemestingsniveau, niveau gerealiseerd voor de landbouwgronden van Bergambacht in 2000 (gemiddeld bedraagt dit 298 kilo stikstof en 33,7 kilo fosfaat per hectare per jaar), resultaten van het laatste (30^e) scenariojaar
- NUL = nulbemesting, gemiddelden voor de periode 1950-2024.




0 164

reductie tot evenwichtsniveau kunnen de mestbijdragen worden verlaagd tot uitspoelingsconcentraties in de orde van de MTR-waarden. Of deze reducties relevant zijn voor de vermindering van de nutriëntenbelasting hangt mede af van de bijdragen van bodem en kwel.

Verder verlagen tot evenwichtsniveau van mestgiften die slechts enkele tientallen procenten hoger liggen dan dit niveau, is uit oogpunt van terugdringen van de nutriëntenbelasting weinig effectief. Wellicht dat dit met het oog op de voorziene toekomstige klimaatverandering met grotere neerslaghoeveelheden in de zomerperiode wel zinvol kan zijn. Ook voor het terugdringen van het broeikasgas N_2O , dat ontstaat bij nitrificatie van ammoniummeststoffen en denitrificatie van nitraatmeststoffen, is een verlaging in het lage traject wellicht wel zinvol. Dit behoeft nader onderzoek. Volledig stoppen met bemesten geeft bij het huidige mestbeleid (MINAS) naar verwachting op lange termijn (na vele decennia) maximaal - als nutriëntenrijke kwel ontbreekt - een ruime halvering van de nutriën-

tenbelasting. De resulterende nutriëntenbelasting zal in termen van uitspoelingsconcentraties één tot vele malen de MTR-waarden bedragen, afhankelijk van de aard van de veenbodem en de kwelcondities¹⁾. In situaties met nutriëntenrijke kwel kan de belasting verder worden teruggedrongen door het oppervlaktewaterpeil op te zetten.

Samenvattend kan worden gesteld dat de aanpak van de eutrofiëringsproblemen in de veenweidegebieden een combinatie vraagt van bemestings- en hydrologische maatregelen. De keuze daarin verschilt van gebied tot gebied. 

LITERATUUR

- 1) Hendriks R. (1997). Oorzaken van diffuse stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden. *H₂O* nr. 3, pag. 66-69 en 75
- 2) Groenendijk P. en J. Kroes (1999). Modelling the nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface water with ANIMO 3.5. Staring Centrum. Rapport 144.
- 3) Hendriks R., K. Oostindie en P. Hamminga (1999). Simulation of bromide tracer and nitrogen transport in a cracked clay soil with the FLOCR/ANIMO model combination. *J. Hydrol.* nr. 215, pag. 94-115.
- 4) Twisk W. en W. Buning (2003). Gebiedsgerichte aanpak verbetering waterkwaliteit in polder Bergambacht. zie artikel op pagina 30.
- 5) Drent J., R. Hendriks, J. van der Kolk en R. Groen (1997). Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in Bergambacht. *H₂O* nr. 3, pag. 70-73.
- 6) Liere L. van (1998). Projectdocument: Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater. Een voorstel voor onderzoek en modellering. RIVM, RIZA, RIKZ, SC-DLO, IBN-DLO en IKC-N.
- 7) Hendriks R., R. Kruijne, J. Roelsma, K. Oostindie, H. Oosterom en O. Schoumans (2002). Berekening van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in vier poldergebieden. Analyse van de bronnen. Alterra. Rapport 408.
- 8) Wolters R. en R. Hendriks (2002). OPTIMIX: vaststellen van optimale mix van maatregelen voor realisatie van waterkwaliteitsnormen in proefgebieden, deel 1: Bodem. Alterra. Rapport 409.