

Verloop nitraatconcentraties in een perceel met bufferstrook

MARIUS HEINEN, ALTERRA

CHRISTY VAN BEEK, ALTERRA

OLGA CLEVERING, PRAKTIJKONDERZOEK PLANT & OMGEVING

Bij een 3,5 jaar oude bufferstrook met gras langs een sloot op zandgrond zijn gedurende twee opeenvolgende uitspoelseizoenen de stikstofconcentraties in het bovenste grondwater regelmatig bemonsterd op diverse afstanden van de sloot. De stikstofconcentraties onder de bufferstrook waren significant lager dan onder de aangrenzende akker en namen in de richting van de sloot af. Deze verlaging is te wijten aan denitrificatie, hetgeen is aangetoond op basis van verandering in de verhouding chloride-nitraat én de natuurlijke variatie in ^{15}N . In de bestudeerde periode bleek dat de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater vaak boven de nitraatnorm uitkwamen. De bufferstrook zorgde dus niet voor een voldoende verlaging van de nitraatconcentratie.

Bufferstroken zijn er in allerlei soorten en maten en dienen verschillende doelen^{3),7),10),11)}. Bufferstroken worden toegepast om uit- en afspoeling, inclusief drift en meemesten, van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten tegen te gaan. Andere doelen zijn onder meer agrarisch natuurbeheer (flora en faunabeheer) en functionele agrobiodiversiteit (plaagonder-

drukking door stimuleren natuurlijke vijanden). De belangrijkste reden om bufferstroken aan te leggen is het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit. Voor Nederlandse omstandigheden ontbreekt het echter aan kwantitatieve informatie over de effectiviteit in het verminderen van nutriëntenuitspoeling. Er zijn enkele studies uitgevoerd in

Het proefveld, met van rechts naar links: proefsloot met een typisch peil van 105 cm -mv, de 3,5 m brede grasbufferstrook en de akker. Grondwater is bemonsterd bij de gele piketpaaltjes en de blauwe buizen.



Stikstof komt van nature in verschillende soorten (massa's) voor, een lichte (^{14}N) en een zwaardere (^{15}N) variant. De lichte variant komt het meest voor (meer dan 99 procent van alle stikstof heeft een massa van 14 g/mol). Sommige processen hebben een voorkeur voor met name de lichte variant. Een voorbeeld hiervan vormt denitrificatie. Denitrificerende bacteriën zullen net iets meer ^{14}N omzetten dan ^{15}N . Het achtergebleven nitraat heeft daarna iets meer ^{15}N dan wanneer geen denitrificatie had plaatsgevonden (het nitraat is dan 'verrijkt met ^{15}N '). Door heel nauwkeurig de massa's van stikstof in nitraat te bepalen, kan dus vastgesteld worden welke stikstofproducerende en -consumerende processen optreden.

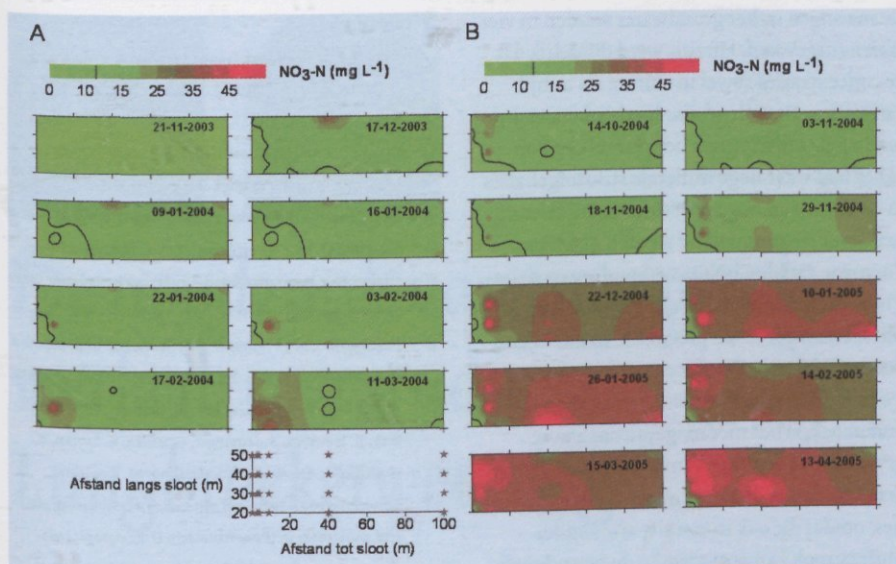
Noordoost-Twente⁴⁾, maar deze zijn niet representatief voor andere, voornamelijk vlakke, situaties in Nederland. Daarnaast zijn enkele modelberekeningen uitgevoerd⁹⁾.

In het kader van het onderzoeksprogramma 'Mest en Mineralen' van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is een eerste aanzet gegeven voor het verzamelen van kwantitatieve gegevens over de werking van een bufferstrook. In deze studie is nagegaan in welke mate de stikstofconcentraties in het bovenste grondwater als functie van de afstand tot de sloot veranderen⁸⁾. In situaties zonder kwel zijn dergelijke veranderingen het gevolg van consumerende, zoals denitrificatie en gewasopname, of eventueel producerende processen.

Methode

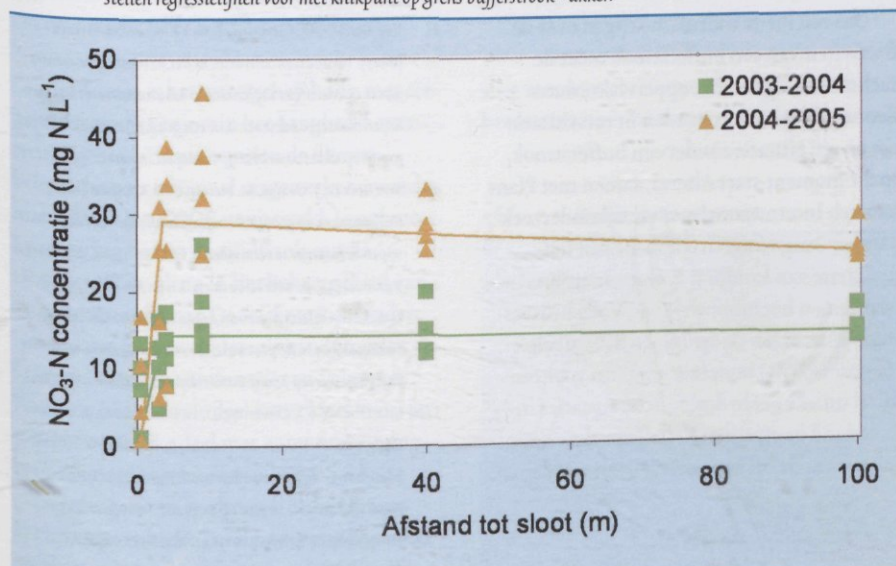
Het experiment is uitgevoerd op zandgrond (matig fijn zand) op het akkerbouwproefbedrijf Vredepeel (ten westen van Venray) met een bestaande, bij aanvang 3,5 jaar oude, grasbufferstrook van 3,5 meter breed. Op 2,70 tot 3,20 meter diepte ligt een veenlaag die slecht doorlatend is en hiermee een fysische barrière vormt voor verticaal transport van water en stoffen.

Gedurende twee opeenvolgende uitspoelseizoenen (2003-2004 en 2004-2005) is op zes verschillende afstanden van de sloot (1/2, 3, 4, 9, 40 en 100 meter vanaf insteek talud) in vier raaien (onderlinge afstand 10 meter) het bovenste grondwater bemonsterd en geanalyseerd op stikstof (totaal-N, $\text{NO}_3\text{-N}$) en chloride. Chloride is meegenomen in deze studie, omdat de veranderingen in de verhouding $\text{Cl}/\text{NO}_3\text{-N}$ iets zegt over de aanwezigheid van stikstofconsumerende processen^{1),6)}. In het tweede uitspoelseizoen is hieraan toegevoegd de analyse van ^{15}N . Verhoging van de natuurlijke aanwe-

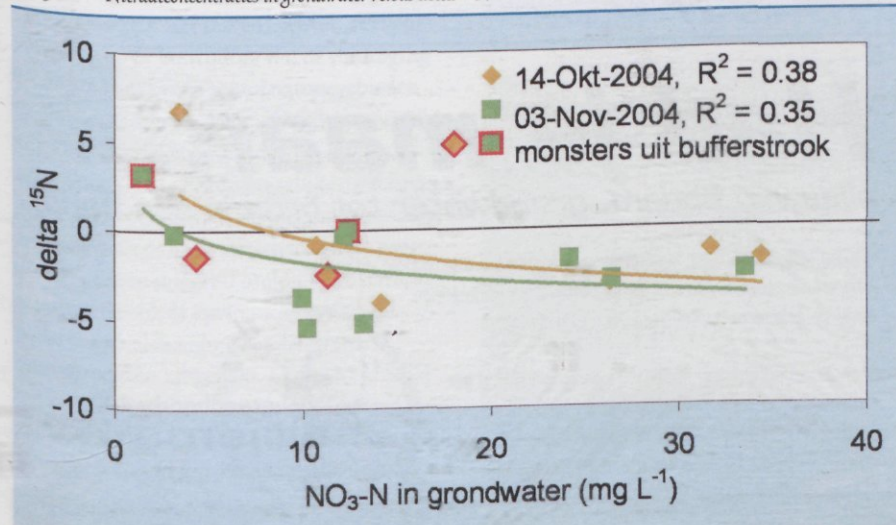


Afb. 1: Verloop nitraatconcentraties in bovenste grondwater: A) 2003-2004, B) 2004-2005. De sloot ligt aan de linkerzijde van de plots. De lichtgroene kleuren tot aan de zwarte contourlijn geven zones aan met stikstofconcentraties beneden 11,3 mg/l. Deze zones komen aan het begin van het uitspoelseizoen voor onder de bufferstrook, maar worden in de loop van de tijd kleiner. Aan het eind van het seizoen liggen ook onder de bufferstrook de stikstofconcentraties boven 11,3 mg/l.

Afb. 2: Seizoensgemiddelde nitraatconcentraties (symbolen, per raai) als functie van de afstand tot de sloot. De lijnen stellen regressielijnen voor met knikpunt op grens bufferstrook - akker.



Afb. 3: Nitraatconcentraties in grondwater versus $\delta^{15}\text{N}$.



zige ^{15}N -gehalten ($\delta^{15}\text{N} > 0$) duidt op de aanwezigheid van denitrificatie⁵⁾. In beide seizoenen werd gebruik gemaakt van volledig geperforeerde buizen met een lengte van 210 cm, zodat een mengmonster van het bovenste grondwater werd verkregen. Voor het seizoen 2003-2004 zijn acht bemonsteringen uitgevoerd en voor het seizoen 2004-2005 tien bemonsteringen.

Daarnaast zijn de grondwaterstanden en op enkele posities de stijghoogten gemeten. Deze gegevens werden gebruikt om vast te stellen of de dominante stroomrichting van het grondwater naar de sloot was gericht en of sprake was van kwel of wegzijging over de aanwezige veenlaag.

Resultaten en discussie

Hydrologie

De gemeten verlopen van de grondwaterstand en piëzometer stijghoogten duiden op een dominante waterstroming loodrecht op de sloot. Er was echter ook een kleine component parallel aan de sloot, zodat mogelijk enige beïnvloeding van het naastliggende perceel heeft plaatsgevonden. De stijghoogtemetingen boven en onder het veenlaagje onder de bufferstrook en in het midden van het perceel gaven aan dat wegzijging plaatsvond.

Stikstof

Voor het overgrote deel was stikstof in het bovenste grondwater aanwezig in de vorm van nitraat. De nitraatnorm van 50 mg/l (= 11,3 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$) voor grondwater werd in tweederde van de metingen overschreden (in een 0-210 cm volledig geperforeerde buis). De gemeten nitraatconcentraties zijn weergegeven in afbeelding 1. Deze contourplots zijn niet bedoeld voor ruimtelijke interpolatie maar om de gegevens op een inzichtelijke manier te tonen. Opvallend zijn zowel de verschillen tussen als binnen seizoenen. Wat ook duidelijk opvalt, zijn de hoge concentraties die net buiten de bufferstrook worden aangetroffen. Deze worden toegeschreven aan het feit dat naast de bufferstrook op het bewuste perceel een kop-akker ligt. Voornamelijk als gevolg van lokale verdichting groeit het gewas daar slechter en laat dus meer stikstof achter. Aan het eind van het seizoen worden ook hoge concentraties in de bufferstrook aangetroffen.

Vanwege de grote complexiteit in ruimte en tijd is voor verdere analyse besloten om de seizoensgemiddelde concentraties als functie van de afstand tot de sloot te presenteren (afbeelding 2). Uit nadere analyse bleek dat de gemiddelde concentraties in de bufferstrook significant lager zijn dan in de rest van de akker. Tevens bleek dat de concentraties in de bufferstrook duidelijk afnemen in de richting

van de sloot, terwijl in de rest van de akker de concentraties slechts een geringe gradiënt vertonen (zie regressielijnen in afbeelding 2).

De Cl/NO_3 -verhoudingen in de bufferstrook waren significant hoger dan in de rest van de akker. Omdat geen kwel is aangetoond, is geen sprake van verdunningseffecten. De toename kan dan alleen maar verklaard worden door afname in NO_3 . Er waren vier situaties waarbij op precies dezelfde locatie op hetzelfde tijdstip zowel een nitraatmonster als een ^{15}N -monster werd genomen. Voor de eerste twee meetronden werd een negatieve relatie tussen delta- ^{15}N -waarde en nitraatgehalte waargenomen (afbeelding 3). Op het laatste moment (meetronde 10) was het tegenovergestelde het geval (data niet getoond). Dit wordt verklaard door het toedienen van bemesting net voor meetronde 10. Kunstmest heeft een delta- ^{15}N -waarde van ongeveer 0, maar kan ook daarboven liggen²¹. Uit het onderzoek kwam naar voren dat nitraatopname door het buffergewas op grote diepte in het grondwater is uitgesloten, zodat denitrificatie de meest voor de hand liggende nitraatconsumptie is, wat bevestigd werd door de delta- ^{15}N -waarnemingen. De jaarlijkse opname door het gras uit de bovengrond was gemiddeld 50 kg stikstof per hectare. Denitrificatie kan alleen optreden bij aanwezigheid van organische stof. Eenmalig, aan het eind van het tweede meetseizoen, is vastgesteld dat opgelost koolstof in het grondwater aanwezig was, zowel in de akker als in de bufferstrook.

Conclusies

In deze studie zijn enkele resultaten gepresenteerd van de effecten van een bemestingsvrije perceelsrand (grasbufferstrook) op stikstofconcentraties in het bovenste grondwater gedurende twee uitspoelseizoenen op zandgrond op akkerbouwproefbedrijf Vredepeel¹⁸.

De metingen in het grondwater werden in vier raaien uitgevoerd. Hieruit werd duidelijk dat de concentraties zowel in ruimte als in tijd varieerden. Opvallend was hierbij dat aansluitend op de bufferstrook het perceel een kopakker had waar hoge minerale stikstofgehaltes in de bodem en hoge stikstofconcentraties in het bovenste grondwater werden gemeten. Toename van de Cl/NO_3 -verhouding en delta- ^{15}N in de richting van de sloot duiden op nitraatverwijderende processen, in het bijzonder denitrificatie. Omdat een referentieperceel (perceel zonder bufferstrook) ontbrak in dit onderzoek, is het niet mogelijk om aan te geven wat de bijdrage van de bemestingsvrije grasrand is aan de afname in nitraatconcentraties, omdat dit ook in een situatie zonder bufferstrook kan optreden. In de bestudeerde periode bleek dat in de situatie met bufferstrook de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater vaak boven de nitraatnorm uitkwamen. De bufferstrook is dus niet in staat geweest om de nitraatconcentratie voldoende te verlagen om aan de nitraatnorm voor grondwater te voldoen.

Om een juiste indruk te krijgen over de effectiviteit van een bufferstrook moet de vrachtbelasting van het oppervlaktewater (slootwater) gemeten worden in een situatie met en een situatie zonder een bufferstrook. Op dit moment start Alterra, samen met Plant Research International en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en het ministerie van Milieubeheer, een grootschalig onderzoek waarin voor een vijftal unieke geohydrologische situaties in Nederland de effectiviteit volgens deze definitie experimenteel bepaald zal gaan worden. 

LITERATUUR

- 1) Altman S. en R. Parizek (1995). Dilution of nonpoint-source nitrate in ground water. *J. Environ. Qual.* nr. 24, pag. 707-718.
- 2) Bedard-Haughn A., J. van Groenigen en C. van Kessel (2003). Tracing ^{15}N through landscapes: potential uses and precautions. *J. Hydrol.* nr. 272, pag. 175-190.
- 3) Clevering O. en A. Visser (2005). Beheeradvies grasbufferstroken voor het project Actief Randenbeheer Brabant. PPO Sector AGV.
- 4) Hefting M. (2003). Nitrogen transformation and retention in riparian buffer zones. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- 5) Mayer B., E. Boyer, C. Goodale, N. Jaworski, N. van Breemen, R. Howarth, S. Seitzinger, G. Billen, K. Lajtha, K. Nadelhoffer, D. van Dam, L. Herling, M. Nosal en K. Paustian (2002). Sources of nitrate in rivers draining sixteen watersheds in the northeastern U.S.: isotopic constraints. *Biogeochemistry* nr. 57/58, pag. 171-197.
- 6) Mengis M., S. Schiff, M. Harris, M. English, R. Aravena, R. Elgood en A. MacLean (1999). Multiple geochemical and isotopic approaches for assessing ground water NO_3 elimination in a riparian zone. *Ground Water* nr. 37, pag. 448-457.
- 7) Orleans A., F. Mugge, T. van der Meij, P. Vos en W. ter Keurs (1994). Minder nutriënten in het oppervlaktewater door bufferstroken? Een literatuuranalyse. Rijksuniversiteit Leiden afdeling Milieubiologie.
- 8) Van Beek C., O. Clevering, J. van Kleef en M. Heinen (2005). Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater naast en onder een bufferstrook. Resultaten van twee jaar experimenteel onderzoek aan een grasbufferstrook op zandgrond op akkerbouwbedrijf Vredepeel. Alterra.
- 9) Van Beek C., J. Conijn, M. Heinen en O. Oenema (2000). Bufferstroken op grasland om de stikstofbelasting van het oppervlaktewater te verminderen. *H₂O* nr. 14/15, pag. 30-32.
- 10) Van Beek, C., R. Merkelbach en C. van der Salm (2005). Quick scan effectiviteit van droge bufferstroken langs watergangen in de provincie Noord-Brabant. In opdracht van projectgroep Actief Randenbeheer Brabant. Alterra.
- 11) Van Dijk W., O. Clevering, D. van der Schans, J. van de Zande, H. Porskamp, M. Heinen, R. Smidt en R. Merkelbach (2003). Effecten bufferstroken op de kwaliteit van oppervlaktewater in Noord-Brabant. In opdracht van Hoogheemraadschap West-Brabant. PPO sector AGV.