Verwijdering van stikstof en fosfor door bufferstroken langs de Mosbeek

Diederik T. van der Molen, RIZA
Roel Kruijne, DLO-Staring Centrum
E. Jan B. Uunk, Waterschap Regge en Dinkel

Een bufferstrook is een strook grond tussen land en water, waarvan beheer en/of inrichting zijn aangepast ten gunste van de ecologische waarde van het land-watersysteem. Bufferstroken verminderen de kans dat stoffen in het water komen, die bedoeld zijn voor het land. Te denken valt aan bestrijdingsmiddelen en meststoffen van de landbouw. De stroken verminderen zowel de directe belasting van het water, maar vormen ook een soort filter, waardoor indirecte belasting door afspoeling over of uitspoeling door de bodem kan verminderen. Daarnaast vormen bufferstroken 'groene linten' in het landschap. Ze vormen een biotoop voor veel planten en dieren. Allerlei diersoorten kunnen zich relatief veilig verplaatsen via de stroken en daardoor worden verschillende leefgebieden met elkaar verbonden. De stroken worden daarom ook wel 'ecologische snelwegen' genoemd.

In dit artikel gaan we in op de filterwerking van bufferstroken voor de meststoffen fosfor en stikstof. Hiertoe is veldonderzoek verricht op landbouwkundig gebruikte percelen en op bestaande bufferstroken langs de Mosbeek in Noordoost Twente. Daarnaast zijn modelberekeningen uitgevoerd om de metingen te interpreteren en te veralgemeniseren. Een uitgebreide beschrijving van het onderzoek[1]) is te vinden in Hendriks et al. [1996] en Kruijne [1996].

Wat zijn bufferstroken?

In de afgelopen jaren is veel onderzoek verricht naar bufferstroken, vooral in het buitenland [bijv. Osborne & Kovacic, 1992; Muscutt *et al.*, 1993; Haycock *et al.*, 1997; Kronvang *et al.*, 1997]. In een literatuuronderzoek is de toepasbaarheid van deze informatie voor Nederland onderzocht [Orleans *et al.*, 1994]. Zij onderscheiden verschillende vormen van bufferstroken: een strook grond die niet wordt bemest, een strook grond waarop (bovendien) de vegetatie afwijkt en een strook grond waarvan (bovendien) de vorm is aangepast. Mogelijke vegetatietypen zijn gras, struiken en bomen. Een mogelijke aanpassing van de vorm is een verlaging van het talud, waardoor het water een tijdje kan worden vastgehouden. Daarnaast zijn specifieke vormaanpassingen mogelijk op plaatsen waar drainbuizen het perceel verlaten.

De processen die zich in een bufferstrook afspelen zijn in principe niet anders dan die elders op het land plaatsvinden. Meststoffen gebonden aan deeltjes die afspoelen kunnen bezinken. Door de vorm van de strook en het type vegetatie kan het bezinken worden geoptimaliseerd. Door niet te bemesten wordt de aanvoer van voedingsstoffen naar de bufferstrook verminderd en kan de vegetatie een deel van de opgeloste meststoffen opnemen, die vanaf het voedende perceel worden aangevoerd. Verder kunnen opgeloste stoffen worden gebonden aan het bodemcomplex. Vaak werkt dit proces twee kanten op: onder bepaalde omstandigheden kunnen de stoffen weer loslaten en alsnog het oppervlaktewater bereiken. Tenslotte kan stikstof worden verwijderd door omzetting van nitraat-stikstof in stikstof-gas (N_2 en N_2O). Door het water vast te houden in de bufferstrook en door de condities voor denitrificatie te bevorderen kan de stikstofverwijdering worden geoptimaliseerd. Denitrificatie van stikstof en afvoer van voedingsstoffen met de vegetatie zijn de enige processen waardoor voedingsstoffen echt uit de strook verdwijnen.

Het proefproject langs de Mosbeek

De Mosbeek ontspringt op een stuwwal nabij de Nederlands-Duitse grens. Langs de beek is een onderzoeklocatie gekozen waar landbouwgrond direct grenst aan de beek en waar ook van nature bufferstroken aanwezig

[1]) Het onderzoek is een samenwerking tussen het Waterschap Regge en Dinkel, het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling te Lelystad, de provincie Overijssel, DLO-Staring Centrum te Wageningen, de Waterleiding Maatschappij Overijssel en de eigenaar van de landbouwpercelen. Het project maakt deel uit van het plan van aanpak 'gebiedsgericht beleid Noordoost-Twente' [Uunk & Schmidt, 1995].

zijn (zie afb. 1). Het landgebruik op de onderzoeklocatie betreft een perceel met extensief gebruikt grasland en percelen met intensief gebruikt gras- en maïsland. Tussen het maïsperceel en de beek bevindt zich een bufferstrook in de vorm van een elzenbroekbos; tussen het extensief gebruikte grasland en de beek ligt een strook met adelaarsvaren.
De bodems die worden aangetroffen zijn veld- en laarpodzolen op de hellingen (de percelen hellen gemiddeld 3%) en moerige eerdgronden en beekeerdgronden in de lage delen langs de beek. Een ondiep gelegen keileemlaag (varieert van 0,7 tot ca. 2 meter onder het maaiveld) vormt een hydrologische basis. Door de helling en de geringe dikte van het doorlatend pakket is er alleen sprake van ondiepe afvoer van het grondwater.

Er zijn aan het begin van het onderzoek diverse bodemfysische en bodemchemische karakteristieken bepaald. Daarnaast zijn in de periode december 1993-juli 1995 veldexperimenten uitgevoerd, bestaande uit

- metingen van de neerslag, de grondwaterstand in peilbuizen en het oppervlaktewaterpeil.
- bepaling van de samenstelling van het grondwater (geleidingsvermogen, zuurgraad, chloride, kalium, sulfaat, nitraat-, nitriet-, ammonium- en Kjeldahl-stikstof, ortho- en totaal-fosfaat en totaal-ijzer), gemeten in vier raaien van peilbuizen loodrecht op de beek (zie afb. 1).
- bepaling van de hoeveelheid en samenstelling van oppervlakkig afspoelend water (chloride, kalium, sulfaat en de stikstof en fosfaat-fracties in gefiltreerde en ongefiltreerde monsters), gemeten door middel van een speciaal hiervoor ontworpen meetgoot.

Door middel van bromide tracer-experimenten is vastgesteld dat het grondwater via de raaien met peilbuizen van de hogere delen naar de beek stroomt. Hierbij kwam ook naar voren dat preferente stroombanen door de ondergrond een belangrijke invloed hebben op de transportprocessen.

Naast de metingen zijn er ook modelberekeningen uitgevoerd. Hiermee kunnen de meetresultaten worden verklaard en geëxtrapoleerd naar een ander landgebruik (gewas en bemesting) of een gewijzigde inrichting (wel/geen bufferstrook, omvang en begroeiing van de strook). Tevens kunnen effecten op langere termijn en andere klimatologische condities worden ingeschat. Er is een hydrologisch model gebruikt in combinatie met een model dat de processen van fosfor en stikstof beschrijft [Van Dam *et al.*, 1997; Groenendijk & Kroes, 1997].

Resultaten

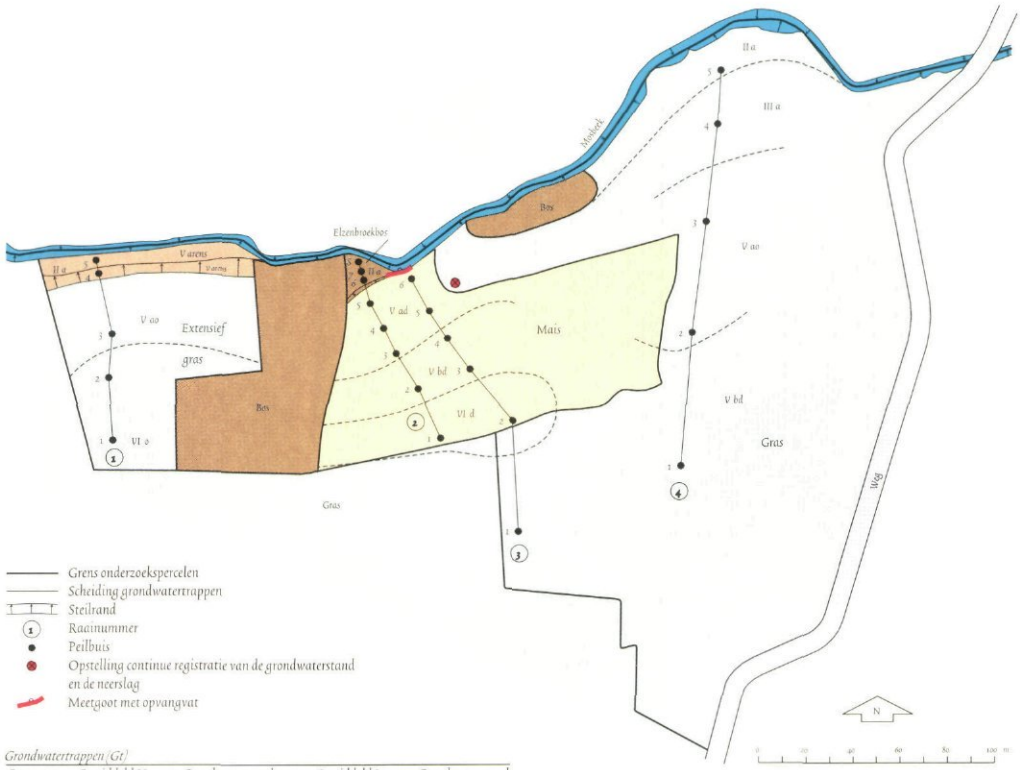
De grondwaterstand fluctueert rond de 0,5 m beneden het maaiveld. Op de hogere delen worden soms lagere waarden gevonden (> 1,5 m onder het maaiveld), terwijl nabij de beek het grondwater soms tot aan het maaiveld staat. Meting van de oppervlakkige afstroming van water werd bemoeilijkt door de vorming van zeer lokale erosiegeulen. Uit de metingen en modelberekeningen blijkt dat de afspoeling slechts een klein percentage van de uitspoeling is.

Totaal-fosfor bestaat bij hogere concentraties bijna volledig uit ortho-fosfaat. De fosforconcentraties in het bodemwater van het extensief gebruikte grasperceel zijn laag en liggen onder de waterkwaliteitsnorm voor het oppervlaktewater (0,15 mgP l^{-1}). In het maïsperceel variëren de concentraties van 0,2 tot 1,0 mgP l^{-1}. Er heersen aërobe condities, waardoor ijzer in een vorm aanwezig is waarbij veel fosfaat gebonden kan worden. De hoge concentraties die desondanks gemeten zijn,





Afb. 1 *Ligging van de raaien, de peilbuizen en de bufferzone, gewastype en grondwatertrap op de onderzoekslocatie.*



Grondwatertrappen (Gt)

Gt	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (m - mv.)	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (m - mv.)
IIa	<0,25	0,50 - 0,80
IIIa	<0,25	0,80 - 1,20
Vao	<0,25	1,20 - 1,80
Vad	<0,25	>1,80
Vbd	0,25 - 0,40	>1,80
VIo	0,40 - 0,80	1,20 - 1,80
VId	0,40 - 0,80	>1,80

corresponderen met de hoge gemeten fosfaatverzadigingsgraad van de percelen [Schoumans, 1994]. In de bodem van de bufferstroken en in de lage delen van het intensief gebruikte grasperceel heerst anaërobie, gezien de verhoogde concentraties opgelost ijzer. Hierdoor zijn er veel minder mogelijkheden voor fosfor om zich aan de bodemmatrix te binden. De fosforconcentratie in de bufferstrook is daardoor toegenomen tot ongeveer 1,0 mgP l^{-1} en in het natte gedeelte van het intensief gebruikte grasperceel zijn fosforconcentraties gemeten van meer dan 1,0 mgP l^{-1}.

Nitraat-stikstof is in het algemeen de belangrijkste stikstofcomponent. De gemeten nitraatconcentratie in het extensief gebruikte grasperceel is meestal lager dan 5 mgN l^{-1}. Uitschieters van rond de 20 mgN l^{-1} komen voor, doch niet in de bufferstrook. Op de representatieve punten in het maïsperceel is de gemiddelde nitraatconcentratie meer dan 30 mgN l^{-1}, terwijl in de aangrenzende, relatief natte, bufferstrook geen nitraat meer is gevonden. In het intensief gebruikte grasperceel worden concentraties gevonden van rond 20 mgN l^{-1} in het droge deel en nagenoeg 0 mgN l^{-1} in het laaggelegen, natte deel bij de beek.

Uit de meetresultaten blijkt dat intensief gebruik van de landbouwpercelen leidt tot verhoogde fosforconcentraties in het grondwater en dat de bestaande bufferstrook niet in staat is de concentraties te reduceren. Intensief gebruik van de percelen vertaalt zich eveneens in hoge nitraatconcentraties in het grondwater. In de bufferstroken, maar ook in het natte deel van het grasperceel dat grenst aan de beek, is het nitraat nagenoeg verdwenen. Vermoedelijk komt dit door omzetting in stikstofgas door denitrificatie. Op deze plaatsen wordt de Mosbeek wel belast met uitspoeling van enkele milligrammen per liter ammonium-stikstof.

Via modelberekeningen is nagegaan wat het effect is van bufferstroken op de belasting van de beek in het jaar 2024, bij 'gemiddeld weer' en bij verschillende bemestingsvarianten. Het blijkt dat de effectiviteit van een bufferstrook bijna lineair toeneemt met de breedte ervan. Een tien meter brede bufferstrook levert een vermindering van de stikstofbelasting van 2% tot 28%. De vermindering voor fosfor bedraagt -6% tot 22%. De vermindering van de belasting door de bufferstrook wordt verklaard door een verkleining van het bemeste areaal, afvoer van stikstof en fosfor met gewas van de strook en denitrificatie van stikstof. Een grasbuffer is effectiever dan een bosbuffer, omdat afvoer van gras en niet van hout of bladmateriaal is verondersteld.

De maatregel van een bosbuffer na het maïsperceel resulteert zelfs in een verhoogde belasting van de beek met fosfor. De opname van fosfaat door de vegetatie van de bufferstrook is veel geringer dan bij maïs, waardoor de evenwichtssituatie van de referentie is gewijzigd in een situatie met een gering overschot voor fosfor. Verschillen tussen het maïs- en grasperceel worden toegeschreven aan verschillen in de ontwateringssituatie en niet zozeer aan het gewastype. Bij het maïsperceel is de uitstroming geconcentreerd in het onderste deel van het watervoerend pakket, terwijl de waterafvoer in het grasperceel gemiddeld hoger in de bodem plaatsvindt.

Perspectief voor bufferstroken?

De effectiviteit van de bufferstroken langs de Mosbeek als filter voor meststoffen ligt in het algemeen ruim lager dan die gerapporteerd uit het buitenland. De situatie in Nederland wijkt af van de meeste buitenlandse studies, doordat de mestgiften hier veel hoger liggen. Bij een gelijk blijvende absolute verwijderingscapaciteit per meter bufferstrook is het procentuele effect daardoor kleiner. Voor wat betreft hydrologie, morfologie en bemesting komt de situatie bij ons goed overeen met die in Denemarken en daar worden vergelijkbare resultaten gevonden. Verder geldt dat de onderzoeksresultaten betrekking hebben op een lokale situatie, die onder meer wordt gekarakteriseerd door hellende percelen en preferente stroombanen. Deze en andere karakteristieken moeten in ogenschouw worden genomen bij extrapolatie van de resultaten naar de gehele Mosbeek. Vervolgens is de Mosbeek in Nederland weer hooguit representatief voor een aantal beken. Dit laat onverlet dat de resultaten, die gebaseerd zijn op een degelijke, procesmatige onderzoeksbenadering, aanduiden dat men in de Nederlandse situatie met hoge meststoffenbelasting en opgeladen bodems geen wonderen mag verwachten van met name de fosforverwijdering in stroken, die voorheen in landbouwkundig gebruik waren.

De effectiviteit van bufferstroken voor fosfor neemt toe als de fosfaatverzadigde bodem van de bufferstrook wordt vervangen door fosforarme grond en de zuurstofcondities goed zijn; de effectiviteit voor stikstof kan toenemen door verlenging van de verblijftijd van het water en zuurstofarme condities in de bufferstrook. Beide maatregelen gelden evenwel niet uitsluitend voor bufferstroken, maar zijn ook van toepassing op landbouwgrond. De inrichting van de bufferstrook is dus mede afhankelijk van de keuze of het accent moet liggen op de verwijdering van fosfor, dan wel stikstof. In bovengenoemde percentages met betrekking tot de reductie van de belasting met meststoffen komt niet tot uitdrukking wat het effect is van het voorkómen van directe bemesting van de beek als gevolg van de mesttoediening. Verder kunnen bufferstroken piekbelastingen van afspoeling van meststoffen opvangen. De aanleg van een soort drempel in de bufferstrook, vooral in dit soort hellende gebieden, zal dit bevorderen.

Tenslotte, hoewel de onderzoeksresultaten dus slechts een beperkt milieuhygiënisch rendement van de bufferstroken te zien geven, vergroten ze zeker de functionaliteit van niet intensief landbouwkundig beheerde stroken langs beken. Deze functionaliteit hoeft niet langer alleen te worden gebaseerd op ecologische en landschappelijke motieven. ¶

Literatuur

Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat & P.E.V. van Walsum, 1997. Simulation of transport processes in the soil-water-air-plant environment. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Technical document.

Groenendijk, P. & J.G. Kroes, 1997. Modeling the nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface flow. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Report 144.

Haycock, N.E., T.P. Burt, K.W.T. Goulding & G. Pinay, 1997. Buffer zones: Their processes and potential in water protection. Proceedings of the international conference on buffer zones, Sept. 1996, Quest Environmental, Harpenden, UK.

Hendriks, R.F.A., G.J. Leene, H.T.L. Massop & R. Kruijne, 1996. Perceelonderzoek naar het effect van beekbegeleidende bufferstroken op de stikstof- en fosforbelasting van de Mosbeek; Gebiedsbeschrijving, veldonderzoek en modelmatige analyse van de hydrologie. DLO-Staring Centrum, rapport 420.1, Wageningen.

Kronvang, B., C.C. Hoffmann, L.M. Svendsen, J. Windolf, J.P. Jensen & J. Dorge, 1997. Retention of nutrients in river basins. Aquatic ecology, submitted.

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

Muscutt, A.D., G.L. Harris, S.W. Bailey & D.B. Davies, 1993. Bufferzones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 45: 59-77.

Orleans, A.B.M., F.L.T. Mugge, T. van der Meij, P. Vos & W.J. ter Keurs, 1994. Minder nutriënten in het oppervlaktewater door bufferstroken? Een literatuuranalyse. Milieubiologie R.U. Leiden.

Osborne, L.L. & D.A. Kovacic, 1992. Riparian vegetated buffer strips in stream restoration and management. Freshwater Biology 29: 243-258.

Schoumans, O.F., 1994. Relatie tussen de fosfaattoestand van de bodem en de fosfaatconcentratie in oplossing van een onderzoeklocatie aan de Mosbeek. Rapport 348 DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Uunk, E.J.B. & G. Schmidt, 1995. Bescherming van beken tegen vermesting; een aanzet voor aanvullend regionaal beleid. Landschap 12/6: 35-46.