

Project

*Actief  
Randenbeheer  
Brabant*

# Beheeradvies grasbufferstroken voor het project Actief Randenbeheer Brabant

DIT PROJECT IS MEDE MOGELIJK  
GEMAAKT DOOR MEDEFINANCIERING  
UIT HET EOGFL, AFDELING GARANTIE





# Beheeradvies grasbufferstroken voor het project Actief Randenbeheer Brabant

O.A. Clevering & A.J.Visser

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project geeft de resultaten weer van onderzoek dat Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant

Projectnummer: 500149

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 - 29 11 11  
Fax : 0320 - 23 04 79  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

<b>SAMENVATTING.....</b>	<b>5</b>
<b>1 INLEIDING.....</b>	<b>8</b>
1.1 AANLEIDING .....	8
1.2 WERKWIJZE .....	8
1.3 LEESWIJZER .....	9
<b>2 WERKING BUFFERSTROKEN .....</b>	<b>10</b>
2.1 TRANSPORTROUTES VERONTREINIGINGEN .....	10
2.2 EFFECTIVITEIT BUFFERSTROKEN .....	10
2.2.1 <i>Directe effecten</i> .....	10
2.2.2 <i>Effecten op afspoeling</i> .....	10
2.2.3 <i>Effecten op ondiepe uitspoeling</i> .....	11
2.3 MODELSTUDIES NEDERLANDSE OMSTANDIGHEDEN .....	11
2.3.1 <i>Nutriëntenbalansen berekend door Alterra</i> .....	12
2.3.2 <i>Meemesten grasranden in het project Actief Randenbeheer Brabant</i> .....	14
2.4 CONCLUSIES .....	14
<b>3 VERSCHRALINGSBEHEER .....</b>	<b>16</b>
3.1 INLEIDING .....	16
3.2 VERSCHRALING GRASBUFFERSTROKEN.....	16
3.3 VERSCHRALING VAN GRASLAND.....	18
3.3.1 <i>Onderzoek Drentse Aa-gebied</i> .....	18
3.3.2 <i>Onderzoek Wageningen</i> .....	19
3.4 VERSCHRALING WEGBERMEN .....	20
3.5 P-UITMIJNING.....	21
3.5.1 <i>Algemeen</i> .....	21
3.5.2 <i>P-uitmijning Vredepeel</i> .....	21
3.5.3 <i>P-uitmijning landbouwpercelen op klei</i> .....	22
3.5.4 <i>P-uitmijning uit de productiegenomen landbouwgronden</i> .....	22
3.6 DISCUSSIE .....	22
3.7 CONCLUSIES .....	23
<b>4 VEGETATIE- EN FAUNABEHEER.....</b>	<b>25</b>
4.1 VEGETATIEBEHEER .....	25
4.1.1 <i>Grasbufferstroken PPO-proefbedrijven</i> .....	25
4.1.2 <i>Vegetatieontwikkeling uit productie genomen grasland</i> .....	26
4.1.3 <i>Vegetatieontwikkeling in natuurgebieden</i> .....	27
4.2 FAUNABEHEER.....	27
4.2.1 <i>Faunaranden</i> .....	27
4.2.2 <i>Functionele agrobiodiversiteit</i> .....	28
4.3 CONCLUSIES .....	29
<b>5 KOSTEN BEHEER .....</b>	<b>31</b>
5.1 KOSTEN WERKZAAMHEDEN OP BUFFERSTROKEN .....	31
5.2 VERWERKINGSKOSTEN MAAISEL .....	31
<b>6 SAMENVATTING FUNCTIES EN BEHEERADVIES.....</b>	<b>33</b>
<b>7 KENNISLACUNES EN VOORSTEL VOOR ONDERZOEK .....</b>	<b>35</b>
7.1 WERKING BUFFERSTROKEN .....	35
7.1.1 <i>Algemeen</i> .....	35
7.1.2 <i>Afspoeling</i> .....	35
7.1.3 <i>Buisdrainage</i> .....	35

7.2	AANVULLEND ONDERZOEK IN BESTAANDE RANDEN .....	36
7.2.1	<i>Verschravingsbeheer</i> .....	36
7.2.2	<i>Kopakkers</i> .....	36
7.2.3	<i>Neveloelen van grasbufferstroken</i> .....	36
<b>8</b>	<b>REFERENTIES</b> .....	<b>39</b>

# Samenvatting

## *Aanleiding*

Het project Actief Randenbeheer Brabant heeft als doel uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het Brabantse oppervlaktewater te verminderen door de aanleg van bufferstroken, waaronder grasbufferstroken. Het project is in 2002 gestart. De eerste grasbufferstroken zijn drie jaar geleden aangelegd.

In opdracht van de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant is door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) een studie verricht naar het beheer van grasbufferstroken langs bouwland. De belangrijkste vragen die door de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant worden gesteld zijn:

- Is het mogelijk om na 2 jaar verschralen (jaarlijks 2x maaien en afvoeren) over te stappen op een extensievere vorm van beheer en wat is de kostenbesparing?;
- In hoeverre kunnen de doelstellingen van het project Actief Randenbeheer Brabant gekoppeld worden aan andere functies van bufferstroken?;
- Welke informatie ontbreekt er nog?

De volgende beheervormen werden vergeleken:

- 1 niets doen;
- 2 1x maaien met afvoer (hooien);
- 3 1x maaien zonder afvoer (mulchen);
- 4 2x maaien en afvoeren (hooien);
- 5 2x maaien zonder afvoeren (mulchen)

## *Werking bufferstroken en belang van verschraling*

Allereerst werd nagegaan in hoeverre verschraalbeheer (afvoer N en P met maaisel) van belang is voor de werking van bufferstroken. Onderscheid wordt gemaakt tussen directe emissies (depositie, meemesten etc.) en indirecte emissies (afspoeling en uitspoeling). Af- en uitspoeling vinden vooral gedurende het winterseizoen plaats, maar kunnen ook optreden na extreme regenval in de zomerperiode.

Bij afspoeling (bodemerosie) vangen bufferstroken het transport van sediment en organisch N en P richting het oppervlaktewater op. Afgespoeld N en P komen gedurende het groeiseizoen gedeeltelijk beschikbaar voor het buffergewas. Het belang van verschraling, om ophoping van N en P in de bufferstrook te voorkomen, is evident.

Bij uitspoeling vindt vooral transport van opgelost N (nitraat) en P (orthofosfaat) plaats. Plantenwortels kunnen N en P alleen opnemen als grondwater zeer ondiep door de bufferstrook stroomt. Nitraat is erg mobiel. Nitraat dat in de winter uitspoelt, wordt dan ook niet in de bufferstrook vastgelegd. Nitraat kan wel via denitrificatie (vervluchting) verwijderd worden. Hiervoor zijn anaerobe omstandigheden noodzakelijk. Orthofosfaat wordt wel aan bodemdeeltjes gebonden, zolang de bodem niet fosfaatverzadigd is. Gedurende het groeiseizoen kan P door gewasopname deels uit de bodem verwijderd worden. In Nederland is de bovenste bodemlaag van bufferstroken bij aanleg vaak al fosfaatverzadigd. Het is dan ook de vraag of het P-uitmijningsproces snel genoeg verloopt om een substantiële bijdrage te leveren aan de verwijdering van uitgespoeld P.

De werking van bufferstroken hangt dus sterk samen van de transportroute, het tijdstip van uit- en afspoeling en of N en P al dan niet in oplossing zijn. In het vlakke Nederland wordt uitspoeling belangrijker geacht dan afspoeling. Veel percelen met ondiepe grondwaterstanden zijn echter gedraineerd, waardoor bufferstroken bij uitspoeling grotendeels omzeild worden. Er is momenteel te weinig bekend over de effectiviteit van droge bufferstroken en inherent daaraan het belang van verschraling om een goed gefundamenteerd advies te geven over het te voeren verschralingsbeheer onder Nederlandse omstandigheden. Wel is het noodzakelijk N en P op gezette tijden af te voeren, om verrijking van de bufferstrook door directe emissies te voorkomen.

### **Beheeradvies voor grasbufferstroken in het project Actief Randenbeheer Brabant**

Op basis van ervaringen op PPO-proefbedrijven kan geconcludeerd worden dat in termen van productie en N-afvoer verschralling van grasbufferstroken op bouwland zeer snel kan verlopen. Overeenkomstige lage productieniveaus worden bij verschrallingsbeheer voor uit productie genomen grasland pas na meer dan 10 jaar bereikt. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat de zode van blijvend grasland rijk is aan organisch stof, waardoor jaarlijks in vergelijking met bouwland relatief veel N en P door mineralisatie vrij kunnen komen. Voor grasbufferstroken van drie jaar en ouder kan volstaan worden met 1x maaien en afvoeren. De afvoer is dan in evenwicht met de aanvoer van N door depositie, meemesten, mineralisatie en laterale uitspoeling.

Voorgesteld wordt om in het derde jaar over te stappen op jaarlijks 1x maaien en afvoeren, mits de jaarlijkse droge stofopbrengst lager is dan ca. 5 ton/ha. Concreet betekent dit dat bufferstroken die in 2002 aangelegd zijn, vanaf 2004 1x gemaaid kunnen worden. Wel zou onderzocht moeten worden of op voedselrijke kleigronden het verschrallingsbeheer van 2x maaien en afvoeren langer voortgezet moet worden en op zeer schrale zandgronden minder vaak afgevoerd of alternerend (één jaar wel ander jaar niet) afgevoerd kan worden. Ook op locaties met een hogere effectiviteit van bufferstroken is vaker maaien en afvoeren wellicht noodzakelijk. Minder vaak maaien al dan niet met afvoeren is sterk kostenbesparend.

*Kosten beheer grasbufferstroken. Arbeid (uren) en kosten in eigen beheer en loonwerk (euro) per strekkende kilometer bufferstrook bij verschillende beheerregimes. Bij eigen beheer zijn ook de arbeidskosten (18,15 euro) en verrekeningstarieven werktuigen/machines opgenomen*

Werkzaamheden	Arbeid	Eigen beheer	Loonwerk
2x maaien met afvoer	3,85	225	198
2x maaien zonder afvoer	1,40	74	70
1x maaien met afvoer	1,93	113	99
1x maaien zonder afvoer	0,70	18	35

### **Andere functies van grasbufferstroken**

Naast verminderen van uitstoot van verontreinigingen naar het oppervlaktewater kunnen grasbufferstroken ook andere functies vervullen, met name op het gebied van flora- en faunabeheer. Nagegaan werd in hoeverre het maai-beheer voor de verschillende doelstellingen verenigbaar is.

*Voorgesteld maai-beheer voor verschillende functies van grasbufferstroken*

Maaibeheer/ Doelstelling	2x met afvoer	1x met afvoer	1x zonder afvoer	alternerend maai-beheer	niets doen
<b>Opvangen N- en P-emissies</b>					
Depositie en meemesten	x	x			
N- en P-afspoeling	x	x			
*N-uitspoeling			x	x	X
P-uitspoeling	x	x			
<b>Vegetatiebeheer</b>					
*Lastige akkeronkruiden	x	x			
Kruidenrijk nutriëntenarm grasland	x	x			
<b>Faunabeheer en plaagonderdrukking</b>					
Kleine zoogdieren/vogels			x	x	X
Nuttige bodemfauna			x	x	X
Nuttige bodemfauna + gevleugelde insecten		x		x	

*\* Er wordt van uitgegaan dat denitrificatie het belangrijkste proces is voor de verwijdering van uitgespoeld nitraat. Mogelijk kan denitrificatie in grasbufferstroken bevorderd worden door een hoger aanbod van gemakkelijk afbreekbaar koolstof direct langs de sloot.*

*\* Als de zode slechts langzaam dichtgroeit, is het zinvol het eerste jaar een aantal keer te klepelen om eenjarige akkeronkruiden kwijt te raken*

Uit bovenstaande tabel blijkt dat niet alle functies van grasbufferstroken zonder meer verenigbaar zijn. Er zal gekozen moeten worden tussen of vegetatiebeheer met relatief intensief verschrallingsbeheer of faunabeheer met relatief extensief verschrallingsbeheer. Functionele agrobiodiversiteit (FAB) beoogt plaagonderdrukking door het stimuleren van natuurlijke vijanden, zodat het gebruik van insecticiden kan worden teruggedrongen. FAB sluit daarmee uitstekend aan bij de doelstellingen van het project ARB: Terugdringen van emissies van zowel N en P als gewasbeschermingsmiddelen.

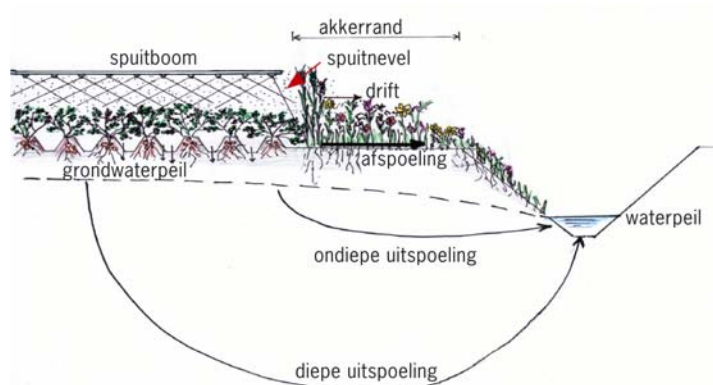




# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het project Actief Randenbeheer Brabant heeft als doel uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het Brabantse oppervlaktewater te verminderen. Het is tegelijkertijd een proefproject waarbij bewustwording een belangrijke rol speelt. Daarnaast dient het project om inzicht te krijgen in het beheer van akkerranden en de inpassing in de agrarische bedrijfsvoering. Het project Actief Randenbeheer Brabant is in 2002 gestart en is een initiatief van de provincie Noord-Brabant, de waterschappen Brabantse Delta, Rivierenland, de Dommel en Aa en Maas, ZLTO, RIWA-Maas en LIB.



Figuur 1.1. Uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater. In Hoofdstuk 2 worden de N- en P-transportroutes beschreven (Tekening D. van der Schans, PPO).

Onder actief randenbeheer wordt verstaan het aanleggen van bufferstroken tussen sloten en teeltgewassen, waarop gras of graan verbouwd wordt, zonder gebruik te maken van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Deze buffergewassen worden geoogst en afgevoerd. Inmiddels onderhouden ruim 600 boeren en tuinders ca. 1250 km slootrand in Brabant. Langs bouwland wordt een bufferstrook van 3,5 meter gehanteerd, langs grasland van 2 meter. Om voor subsidie in aanmerking te komen, dienen grasbufferstroken 2x per jaar gemaaid te worden. Het maaisel dient voor 1 oktober afgevoerd te worden, of als het hoofdgewas nog niet geoogst is, dient het gras tijdelijk aan de perceelszijde van de akkerrand gelegd te worden. Door het afvoeren van maaisel worden nutriënten afgevoerd en verschaalt de grond.

Drie jaar geleden zijn de eerste bufferstroken aangelegd. De projectgroep Actief Randenbeheer Brabant heeft Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) gevraagd om een studie te verrichten naar het beheer van grasbufferstroken langs bouwland. De belangrijkste vragen die worden gesteld, zijn:

- Is het mogelijk om na 2 jaar versralen (jaarlijks 2x maaien en afvoeren) over te stappen op een extensievere vorm van beheer en wat is de kostenbesparing?;
- In hoeverre kunnen de doelstellingen van het project Actief Randenbeheer Brabant gekoppeld worden aan andere functies van akkerranden?;
- Welke informatie ontbreekt er nog?

Onderzoek naar alternatieve beheersvormen van bufferstroken langs grasland is minder relevant. Het beheer van deze randen maakt integraal deel uit van de gangbare bedrijfsvoering en brengt daardoor nauwelijks extra kosten met zich mee.

## 1.2 Werkwijze

Het primaire doel van deze studie is na te gaan in hoeverre het beheer van invloed is op de effectiviteit van bufferstroken. De volgende beheersvormen zijn onderzocht:

- |   |                                |                                      |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | niets doen;                    |                                      |
| 2 | 2x maaien met afvoer (hooien); |                                      |
|   |                                | 3 2x maaien zonder afvoer (mulchen); |
|   |                                | 4 1x maaien met afvoer (hooien);     |
|   |                                | 5 1x maaien zonder afvoer (mulchen). |



*Maaien van grasbufferstroken. A. van Beek, PPO.*

Allereerst wordt kort ingegaan op de werking van bufferstroken, het gaat hierbij vooral om het relatieve belang van verschillende processen in bufferstroken in relatie tot N- en P-transportroutes. De werking van bufferstroken wordt uitvoering beschreven door Anonymus (1998); van Dijk e.a. (2003) en van Beek e.a. (2005a). Deze laatste twee studies zijn in opdracht van de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant verricht.

Zowel de internationale als Nederlandse literatuur is gescreend om informatie over het belang van verschillende vormen van maaibeheer boven water te krijgen. Omdat deze screening weinig informatie opleverde, is tevens literatuuronderzoek verricht naar het beheer van uit de productie genomen landbouwgronden en wegbermen. Dit geeft belangrijke additionele informatie over vormen en duur van verschalingsbeheer. De resultaten zijn vervolgens vergeleken met resultaten van beheer van grasbufferstroken op PPO-proefbedrijven. Dit totaal aan informatie is vervolgens gebruikt om, uit oogpunt van het verminderen van NP-emissies, tot een beheeradvies voor grasbufferstroken op bouwland te komen

Naast buffering (het primaire doel van het project Actief Randenbeheer Brabant) kunnen grasbufferstroken een belangrijke rol spelen in agrarisch natuurbeheer (vegetatie- en faunabeheer) en functionele agrobiodiversiteit (plaagonderdrukking door stimuleren van natuurlijke vijanden). Resultaten van onderzoek worden gepresenteerd. Samenvattend worden in een matrix de verschillende doelstellingen van grasbufferstroken uitgezet tegen het gewenste maaibeheer.

Niet onbelangrijk voor de deelnemers aan het project Actief Randenbeheer Brabant zijn de kosten die verbonden zijn aan verschillende beheervormen van grasbufferstroken. Met behulp van een door PPO i.s.m. LEI en ASG ontwikkeld economisch model worden deze kosten doorgerekend. Tot slot wordt een afweging gemaakt van kosten en baten van verschillende beheervormen. Ook worden kennislacunes en suggesties voor verder onderzoek gegeven.

### 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de werking van bufferstroken en het belang van verschalingsbeheer voor het verminderen van NP-emissies. De effectiviteit van verschillende vormen van verschalingsbeheer wordt in Hoofdstuk 3 besproken. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op vegetatie- en faunabeheer. Hoofdstuk 5 geeft een economische analyse van verschillende vormen van beheer. In Hoofdstuk 6 wordt een voorstel gedaan betreffende het beheer van grasbufferstroken in het project Actief Randenbeheer Brabant. Het rapport wordt besloten (Hoofdstuk 7) met een overzicht van kennislacunes en aanbevelingen.

## 2 Werking bufferstroken

Bufferstroken worden in de literatuur omschreven als permanent begroeide stroken tussen de 1 en 100 m breed, meestal gelegen langs watergangen met een afwijkend beheer ten opzichte van het aangrenzende perceel (Muscutt e.a., 1993). Buffers functioneren daarbij als biochemische en fysische barrières tussen de potentiële bron van verontreinigingen (het perceel) en het ontvangende watersysteem.

De effectiviteit van bufferstroken is afhankelijk van de transportmechanismen (afspoeling of uitspoeling) waarmee verontreinigingen het oppervlaktewater bereiken.

In dit hoofdstuk ligt de nadruk op het (relatieve) belang van verschillende retentie- en verwijderingsprocessen en daarmee samenhangend het belang van verschraalbeheer. De effectiviteit van bufferstroken in relatie tot geomorfologische, bodemkundige en hydrologische omstandigheden wordt uitvoerig beschreven in het rapport van van Beek e.a. (2005a), ten behoeve van het project Actief Randenbeheer Brabant.

### 2.1 Transportroutes verontreinigingen

#### *Afspoeling*

Afspoeling treedt op indien de grondwaterstand tot bovenin de bouwvoor komt of als door hevige regenval de infiltratiecapaciteit van de bodem wordt overschreden. Onder Nederlandse omstandigheden zal dit laatste vooral op slempgevoelige gronden plaatsvinden en verder na een regenrijke periode wanneer de bouwvoor verzadigd is. Afspoeling leidt tot hogere afvoer van sediment (bodemerosie) en organisch N en P. Afspoeling van opgeloste nutriënten kan plaatsvinden bij hevige regenval direct na toediening.

#### *Ondiepe uitspoeling*

Ondiepe uitspoeling is vooral 's winters belangrijk, wanneer de grondwaterspiegel hoog is. Uitspoeling is de belangrijkste transportroute voor opgeloste nutriënten (nitraat en orthofosfaat). Normaliter vindt weinig uitspoeling van sediment en organisch N en P plaats, wel kunnen op kleigronden macroporiën een rol spelen.

Een belangrijke complicerende factor voor de werking van bufferstroken is de aanwezigheid van buisdrainage. In percelen met buisdrainage zal een groot deel van de N en onder Nederlandse omstandigheden ook P via drains naar het oppervlaktewater uitspoelen. De enige mogelijkheid is dan N en P uit sloten of drainwater te verwijderen (Hoofdstuk 7; Clevering e.a., 2004).

### 2.2 Effectiviteit bufferstroken

De effectiviteit van bufferstroken kan onderverdeeld worden in:

- 1 Direct effect door de aanwezigheid van de bufferstroken;
- 2 Indirect effect door retentie van verontreinigingen die via afspoeling in de bufferstrook komen;
- 3 Indirect effect door retentie van verontreinigingen die via ondiepe uitspoeling in de bufferstrook komen.

#### 2.2.1 Directe effecten

Directe effecten zijn: het niet bemesten van de bufferstrook; verminderde erosie doordat de bufferstrook het gehele jaar begroeid is; verminderde vertrapping door vee; meemesten wordt opgevangen in de bufferstrook.

#### 2.2.2 Effecten op afspoeling

Effecten op afspoeling zijn: infiltratie in de bufferstrook, waardoor minder afspoeling naar het oppervlaktewater optreedt; vertraagde afspoeling vanwege de hydraulische weerstand van de vegetatie en sedimentatie (fysische filtering door dichte vegetatie) in de bufferstrook.

Verhoogde infiltratie vindt vooral plaats door een verbeterde bodemstructuur ten opzichte van het perceel en door de hogere hydraulische weerstand van de vegetatie. De verhoogde infiltratiecapaciteit vermindert zowel het transport van de hoeveelheid opgeloste nutriënten als ook het transport van aan sediment of organisch materiaal gebonden nutriënten richting het oppervlaktewater. Bij een zeer hoge hydraulische weerstand van de bufferstrook kan water op de bufferstrook of

op het land blijven staan. Brede grasbufferstroken zijn zeer efficiënt als sedimentfilters, maar lijken minder efficiënt bij in het filteren van kleine kleideeltjes. In het laatste geval raakt de bufferstrook verstopt.

In het algemeen wordt een positief effect gevonden van bufferstroken op het verminderen van transport van verontreinigingen via afspoeling naar het oppervlaktewater. De efficiëntie van bufferstroken is lager als vooral zeer kleine deeltjes uitspoelen; als afspoeling via geconcentreerde stroombanen plaatsvindt; als infiltratiecapaciteit vermindert door te hoge depositie van sediment en als nutriëntenverzadiging van de bufferstroken optreedt. In het laatste geval kan P-nalevering optreden. De efficiëntie lijkt het hoogst te zijn in bufferstroken loodrecht op niet al te steile hellingen (tussen 1-10%). Bij te steile hellingen treedt vaak geconcentreerde stroming op, waarbij bufferstroken plaatselijk geïnundeerd kunnen raken (Dillaha e.a., 1989; Barling & Moore, 1994).

Veelal wordt ervan uitgegaan dat afspoeling in het vlakke deel van Nederland van weinig belang is. Uit recente modelberekeningen van Alterra blijkt echter dat de mate van afspoeling voor de vlakke gebieden in Nederland onderschat wordt (van Beek e.a., 2005a). Dit heeft deels te maken met te grote tijdstappen die in het verleden gehanteerd werden in agro-hydrologische rekenprogramma's zoals Swap (Kroes en van Dam, 2003; mond. med J. Kroes). In de toekomst kan afspoeling na hevige regenval toenemen door klimaatsveranderingen. Percelen zijn echter niet vlak, en er ontstaan in de praktijk dan ook plassen. Agrariërs graven dan vaak ondiepe greppels om overtollig water zo snel mogelijk af te voeren. Op deze wijze komt waarschijnlijk een aanzienlijk deel van het afgespoelde N en P rechtstreeks in het oppervlaktewater.

### 2.2.3 Effecten op ondiepe uitspoeling

Uit het buitenlandse onderzoek blijkt dat bufferstroken vooral efficiënt zijn in het vangen van afspoeling (sediment en daaraan gebonden nutriënten). De effectiviteit wat betreft het opvangen van opgeloste deeltjes en lange termijn efficiëntie is veel minder duidelijk (Dillaha e.a., 1989).

#### *Nitraat*

Uit diverse studies blijkt dat in bufferstroken nitraatconcentraties over een relatief kort traject aanzienlijk kunnen verminderen. Nitraat kan alleen door biologische processen (plantopname, denitrificatie of immobilisatie) verwijderd worden. Als belangrijkste mechanismen worden N-opname door het gewas en denitrificatie genoemd. Immobilisatie wordt als minder belangrijk beschouwd, omdat nitraat via mineralisatieprocessen weer kan vrijkomen.

In Engeland werd door Haycock & Pinay (1993) een studie verricht naar de efficiëntie van gras-bufferstroken. In hun studie spoelde (overeenkomstig de Nederlandse omstandigheden) ca. 80% van de totale hoeveelheid N gedurende de winter uit. Zij vonden een aanzienlijke verwijdering van nitraat en schreven dit toe aan denitrificatie. Denitrificatie trad vooral in de rand van de bufferstrook onder anaerobe omstandigheden op. Ook was voldoende organisch materiaal aanwezig om het denitrificatieproces optimaal te laten verlopen. Zij concludeerden dat het buffergewas voor de verwijdering van nitraat vooral van belang is als leverancier van C. Ook de studie van Beek e.a. (2005b) op Vredepeel, aangehaald in het Actief Randenbeheerrapport 'Quick scan effectiviteit droge bufferstroken in de provincie Noord-Brabant' lijkt te duiden op het belang van denitrificatie als verwijderingsproces van N. Belangrijke vraag blijft wel in hoeverre de bufferstrook bijdraagt aan dit proces en of denitrificatie niet altijd op de rand van sloot en perceel zal plaatsvinden. Een andere belangrijke vraag is in hoeverre gewasopname van belang is als er gedurende het groeiseizoen extreme regenval optreedt, en er 'tijdelijk' door verhoogde grondwaterstanden ondiepe uitspoeling naar het oppervlaktewater optreedt.

#### *Orthofosfaat*

In de internationale literatuur wordt in het algemeen weinig aandacht besteed aan de verwijdering van opgelost P, die via ondiepe uitspoeling in de bufferstroken terechtkomt. Dit heeft alles te maken met het typisch Nederlands fenomeen van fosfaatverzadigde en daardoor fosfaatlekkende gronden. Ook kan een rol spelen dat in het buitenland mest meestal bovengronds wordt uitgereden en in Nederland vooral wordt geïnjecteerd. Uiteraard zijn voor ondiepe uitspoeling van P wel dezelfde mechanismen van belang als voor opgelost P, die via afspoeling in de bufferstrook terechtkomt. P wordt in bufferstroken vastgelegd, zolang het adsorptiecomplex niet verzadigd is. Bij verzadiging kunnen bufferstroken P lekken (Osborne & Kovacic (1993). P-verzadiging kan alleen voorkomen worden door het uitmijnen van P (desorptie) door afvoer van biomassa.

## 2.3 Modelstudies Nederlandse omstandigheden

Omdat het experimenteel onderzoek weinig handvaten biedt, wat betreft het belang van N- en P-afvoer met het gewas en daarmee samenhangend het belang van verschraalbeheer, is vervolgens nagegaan in hoeverre in modelstudies verschralling als belangrijk beschouwd wordt.

In Tabel 2.1 zijn de door Alterra (Anonymus, 1998) en van Beek e.a. (2005a) genoemde in- en outputposten van N en/of P in bufferstroken weergegeven.

Tabel 2.1 Processen die de hoeveelheid N en P in bufferstroken en percelen doen toenemen (INPUT) of afnemen (OUTPUT).  
Tabel aangepast naar van Beek e.a. (2005a).

INPUT	OUTPUT
Nitrificatie (nitraatvorming)	Denitrificatie
Stikstoffixatie (vastlegging door N-binders)	Ammoniakvervluchtiging
Afbraak en mineralisatie	Opname en afvoer met gewas
Desorptie	Adsorptie aan bodem
Oplossing van vaste stoffen	Precipitatie opgeloste stoffen

In het verleden zijn door Hendriks e.a (1996) schattingen gemaakt van de effecten van bufferstroken op de belasting van de Mosbeek in Noordoost Twente. De onderzochte percelen bevonden zich echter allen op een helling, zodoende zijn de resultaten niet direct vergelijkbaar met de situatie in Brabant. Door Orleans e.a. (1994) werd wel in vlak Nederland de effectiviteit van bufferstroken berekend. Hierbij werd echter geen rekening gehouden met seizoensinvloeden, verschillen in denitrificatiesnelheden tussen perceel en buffer en verschillen in N- en P-opname tussen het gewas op de bufferstrook (onbemest) en op het perceel (bemest). In deze studie waren de belangrijkste effecten van grasbufferstroken: het uit productie nemen van landbouwgrond en N- en P-afvoer met het buffergewas.

### 2.3.1 Nutriëntenbalansen berekend door Alterra

Door Alterra zijn de directe effecten van onbemeste stroken langs grasland (Assinck e.a., 2002) en grasstroken langs mais t.b.v. het project Actief Randenbeheer Brabant gemodelleerd (van Dijk e.a., 2003; mond. med. M. Heinen). In beide studies is uitgegaan van zandgrond. In deze studies is de nutriëntenbalans van percelen bepaald in een situatie met en zonder bufferstroken. Het is niet mogelijk om processen in de bufferstrook en perceel apart weer te geven (mond. med M. Heinen). Wel kan op basis van deze modelberekeningen inzicht verkregen worden van het relatieve belang van verschillende processen met en zonder bufferstrook. Uit deze balansberekeningen wordt niet duidelijk wat de effecten van bufferstroken (kunnen) zijn op afgespoelde en uitgespoelde nutriënten (Tabel 2.2 & 2.3).

Tabel 2.2. Nutriëntenbalans (kg N/ha) en % N (t.o.v. geen bufferstrook) voor een grasperceel met en zonder een bufferstrook (5 en 10 m) (gegevens Assinck e.a, 2002).

	Zonder		Strook (5 m)		Strook (10 m)		5 m	10 m
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	%	%
<b>IN</b>								
Bemesting	208	208	187	187	166	166	90	80
Mineralisatie		388		380		371	98	96
Depositie		39		39		39	100	100
Nitrificatie	360		333		307		93	85
<b>Totaal</b>	<b>568</b>	<b>635</b>	<b>520</b>	<b>606</b>	<b>473</b>	<b>576</b>	<b>94</b>	<b>87</b>
<b>UIT</b>								
Plant opname	515	266	472	264	429	262	94	88
Accumulatie bodem	11	1	12	1	13	0	108	108
Denitrificatie	27	8	25	8	24	7	94	89
Nitrificatie		360		333		307	93	85
Uitspoeling	15	0	10	0	7	0	67	47
<b>Totaal</b>	<b>568</b>	<b>635</b>	<b>519</b>	<b>606</b>	<b>473</b>	<b>576</b>	<b>94</b>	<b>87</b>

Tabel 2.3. Incomplete nutriëntenbalans (kg N/ha) en % N (t.o.v. geen bufferstrook) van een snijmaisperceel met en zonder grasbufferstrook (3,5 m) (gegevens M. Heinen voor het project Actief Randenbeheer Brabant, 2003).

	Zonder bufferstrook		Bufferstrook (3,5 m)		%
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	
<b>IN</b>					
Bemesting		154		143	93
Mineralisatie		100		95	95
Nitrificatie	74		55		74
<b>Totaal</b>	<b>74</b>	<b>328</b>	<b>55</b>	<b>293</b>	<b>89</b>
<b>UIT</b>					
Plant opname		174		167	96
Denitrificatie	73		66		90
Nitrificatie		74		55	74
<b>Totaal</b>	<b>73</b>	<b>321</b>	<b>66</b>	<b>288</b>	<b>90</b>

Uit deze balansberekeningen worden de volgende conclusies op perceelsniveau getrokken:

- Aanleg van een bufferstrook leidt tot een afname van de bemesting op perceelsniveau, in iets mindere mate neemt ook de N-opname door het gewas af;
- Naarmate de bufferstrook breder wordt, neemt de opbrengst van het buffergewas af door verminderde beïnvloeding vanuit het perceel;
- Door afname van de productie neemt de gewasverdamping af en blijft de bodem in de bufferstrook vochtiger;
- Zowel de lagere gewasopbrengst als gewaskwaliteit (minder N) leidt tot verminderde mineralisatie;
- Nitrificatie neemt af, omdat geen ammonium aangevoerd wordt via meststof en omdat minder mineralisatie optreedt;
- Denitrificatie neemt af door verminderde nitrificatie;
- In de bufferstroken treden processen op, waardoor minder nitraat uitspoelt. Verminderde mineralisatie en nitrificatie door maaien en afvoeren spelen hierbij een belangrijke rol.

## 2.3.2 Meemesten grasranden in het project Actief Randenbeheer Brabant



Voor de advisering over het uit te voeren verschrallingsbeheer in het project Actief Randenbeheer Brabant is ook de verrijking van grasbufferstroken door meemesten en depositie van belang. Door J. van der Zande is voor het project Actief Randenbeheer Brabant (van Dijk, e.a. 2003) nagegaan hoeveel kunstmest er met verschillende aanwendingsmethoden in de bufferstroken terecht komt. Voor een bouwplan van 25% aardappels, 25% bieten en 50% graan zijn de absolute hoeveelheden in Tabel 2.4 gegeven. Bij gebruik van een pneumaat komt alle meststof in de eerste 25 cm van de bufferstrook (ca. 27 – 50 kg/ha). Bij gebruik van een centrifugaalstrooier komt in totaliteit meer meststof, maar homogener verdeeld in de bufferstrook terecht. De directe aanvoer via aanwending van dierlijke mest is verwaarloosbaar klein (van Dijk e.a., 2003).

Tabel 2.4. Hoeveelheid kunstmest (kg/ha) die bij verschillende aanwendingsmethoden in bufferstroken terecht komt (Gegevens J. van der

Zande, herberekend naar van Dijk, e.a. 2003).

Afstand tot perceel (cm)	Zand					klei				
	0-25	0-50	0-150	0-200	0-350	0-25	0-50	0-150	0-200	0-350
<i>Stikstof (kg/ha)</i>										
Pneumatisch	27,0	13,5	4,5	3,3	1,9	50,1	25,1	8,4	6,2	3,6
Centrifugaal-kant af	9,4	8,6	4,2	3,2	2,3	17,4	16,4	7,8	6,0	4,2
Centrifugaal kant-toe	16,7	14,9	10,9	9,6	6,4	31,1	27,7	20,3	17,8	11,8
<i>Fosfaat (kg/ha)</i>										
Pneumatisch	0,125	0,063	0,021	0,016	0,009	8,7	4,3	1,5	1,1	0,6
Centrifugaal-kant af	0,044	0,041	0,020	0,015	0,011	3,0	2,8	1,4	1,0	0,7
Centrifugaal kant-toe	0,078	0,069	0,051	0,045	0,030	5,4	4,8	3,5	3,1	2,1

## 2.4 Conclusies

- Er is geen veldonderzoek voorhanden waarbij het relatieve belang van verschillende retentie- en verwijderingsmechanismen in bufferstroken goed is gekwantificeerd.
- Voor het verminderen van afspoeling naar het oppervlaktewater is een goede bodemstructuur van de bufferstrook en een dichte begroeiing van zodevormende grassen van belang.
- In Nederland vindt afspoeling op verslechte kleigronden waarschijnlijk vooral via geconcentreerde stroombanen plaats.
- Uit veldonderzoek blijkt dat voor het verminderen van nitraatuitspoeling denitrificatie belangrijker is dan N-opname door het buffergewas. Dit omdat nitraat erg mobiel is en vooral gedurende de winterperiode uitspoelt. Naarmate het perceel of de bufferstrook lager ligt (hogere grondwaterpeilen) zal het belang van denitrificatie toenemen. Het gewas speelt dan vooral een rol als C-leverancier. In hoeverre gewasopname een rol speelt bij het opvangen van piekbelastingen gedurende het groeiseizoen is niet bekend.
- In hoeverre bufferstroken efficiënt zijn in de verwijdering van P, hangt sterk af van de mate van fosfaatverzadiging van de bufferstrook. In principe kan P van het adsorptiecomplex worden verwijderd door P-opname door het buffergewas (uitmijning).
- In gedraineerde percelen worden bufferstroken grotendeels omzeild.
- Uit modelstudies blijkt dat nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater zal verminderen, door: (i) het niet bemesten van een deel van het perceel en (ii) afname van de productie op de bufferstrook en inherent daaraan verlaagde mineralisatie, nitrificatie en denitrificatie.
- In veldonderzoek wordt meer nadruk gelegd op het belang van denitrificatie dan in het modelonderzoek. Oorzaken kunnen zijn: (i) veldonderzoek wordt vooral uitgevoerd in gebieden met zeer ondiepe horizontale grondwaterstroming; (ii) hogere denitrificatie treedt altijd op in de overgangszone tussen land en water, onafhankelijk van het feit of een bufferstrook aanwezig is; (iii) modellering onderschat het belang van denitrificatie in bufferstroken.



- Het relatieve belang van verschillende processen die ten grondslag liggen aan de werking van bufferstroken is niet goed bekend. Vanuit de 'bufferstrookliteratuur' valt daarom geen goed fundament te leggen onder het beheeradvies voor grasbufferstroken in het project Actief Randenbeheer Brabant.
- Per saldo kan wel gesteld worden dat verschraling gunstig is voor de werking van droge bufferstroken.

## 3 Verschrallingsbeheer

### 3.1 Inleiding

Een van de belangrijkste vragen die door de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant wordt gesteld, is: "Hoe lang moet het verschrallingsbeheer in de huidige vorm voortgezet worden?"

De enige gedocumenteerde bron wat betreft de biomassa-productie en nutriëntenopname van grasbufferstroken is afkomstig van onderzoek op de PPO-proefbedrijven. Ter referentie, om inzicht te krijgen in de lange termijneffecten van verschillende verschrallingsregimes, is ook gebruikgemaakt van gegevens van verschrallingsbeheer van uit productie genomen grasland en wegbermen. Daarnaast wordt ingegaan op P-uitmijning in bufferstroken, landbouwpercelen en natuurgebieden.

### 3.2 Verschralling grasbufferstroken

In 1999 zijn op de proefbedrijven van PPO grasbufferstroken aangelegd. De grasbufferstroken op het proefbedrijf Westmaas (gelegen in de Hoeksche Waard) zijn representatief voor oude zeekeleigebieden in Brabant en die op proefbedrijf Vredepeel (grens Limburg-Brabant) voor het Brabantse zandgebied. De belangrijkste functies van deze grasbufferstroken zijn:

- 1 Het reduceren van vermesten en drift vanuit de akker naar de sloot;
- 2 Het vergroten van hoeveelheid en kwaliteit van natuur op het bedrijf;
- 3 Het creëren van biotoop voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten en/of fauna.

Er werden vier typen grasbufferstroken aangelegd (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Hoofddoelstelling en verwachte ontwikkeling van de verschillende typen grasbufferstroken (Hopster e.a., 2002).

Type rand	Hoofddoelstelling	Verwachte ontwikkeling
Bermentype*	Ontwikkelen van bloemrijk grasland	Door de lage productie is de grasmat open en kunnen aantrekkelijk bloeiende soorten zich relatief gemakkelijk vestigen
Engels raatype	Ontwikkelen van bloemrijk grasland	Door hoge productie en snelle stikstofafvoer worden de omstandigheden geschikt voor planten van een schraler milieu
Rietzwenktype**	Bevorderen van bodemgebonden natuurlijke vijanden van plaaginsecten	Door de aanwezigheid van pollenvormende grassen is er een geschikte overwinteringsplaats voor natuurlijke vijanden (o.a. loopkevers) waardoor deze in het groeiseizoen meer aanwezig zullen zijn
Faunarand**	Creëren van (winter)dekking voor fauna	Door in juli te maaien is in de winter een hoog opgaand gewas aanwezig dat dekking biedt aan fauna

\* Bestaat uit: 25% Engels raaigras, 25% roodzwenkgras gewoon, 45% roodzwenkgras met forse uitlopers, 5% hardzwenkgras.

\*\* Bestaat uit: 16% rietzwenkgras, 8% kropaar, 8% veldbeemdgras, 16% beemdlanbloem, 12% timotheegras, 40% Engels raaigras.

De grasbufferstroken worden niet bemest en er vindt geen chemische onkruidbestrijding plaats. In 2000 en 2001 worden alle bufferstroken behalve de faunarand 2x per jaar gemaaid (eind mei en begin september) en vanaf 2002 1x per jaar (juli/augustus). Het maaisel wordt afgevoerd. De faunarand wordt 1x per jaar gemaaid (juli); het maaisel blijft liggen. Alle bufferstroken worden op een hoogte van 6 cm gemaaid.

#### Gewasproductie

De samenstelling van het grasmengsel heeft geen invloed op de droge stofproductie en N-afvoer met het buffergewas (data niet gepresenteerd). Het eerste jaar na aanleg van de bufferstroken was de droge stofproductie en N-afvoer het hoogst (Tabel 3.2). Vanwege de lage opbrengsten werd in 2002 overgestapt op 1x maaien en afvoeren. Dit blijkt geen verkeerde beslissing: vanaf 2002 liggen de droge stofproductie en N-afvoer in dezelfde orde van grootte als vóór 2002. Verder is het opvallend dat er geen duidelijke (afnemende) trend aanwezig is. Er blijkt al vrij snel evenwicht te ontstaan tussen aan- en afvoer van stikstof. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat ook weersomstandigheden grote invloed hebben op de gewasproductie. Niet afvoeren leidt tot iets hogere productie dan wel afvoeren, een teken dat verschralling hier minder snel gaat.

Tabel 3.2. Droge stofproductie (ton ds./ha) en N-afvoer (kg/ha) van verschillende grasranden bij maaien met en zonder

afvoeren op zand (Vredepeel) en klei (Westmaas) bij verschillende maai frequenties. De gemiddelden zijn berekend voor de jaren 2001 t/m 2004. (Ongepubliceerde gegevens van G. Hopster, PPO).

Ds-afvoer	maaien en afvoeren			maaien zonder afvoer		
	freq.	zand	klei	freq.	zand	klei
2000	2x	3,7	4,5			
2001	2x	2,1	2,9	1x	2,4	3,4
2002	1x	2,5	2,8	1x	3,4	3,5
2003	1x	2,1	2,1	1x	2,4	2,6
2004	1x	2,1	3,6	1x	1,9	5,3
<b>gemiddeld</b>		<b>2,2</b>	<b>2,9</b>		<b>2,5</b>	<b>3,7</b>
N-afvoer	freq.	zand	klei	freq.	zand	Klei
2000	2x	56	56			
2001	2x	43	48	1x	25	34
2002	1x	59	36	1x	49	41
2003	1x	44	19	1x	52	25
2004	1x	24	39	1x	27	68
<b>gemiddeld</b>		<b>43</b>	<b>36</b>		<b>38</b>	<b>42</b>

In 2003 t/m 2005, is in het kader van onderzoek van Alterra en PPO naar de werking van bufferstroken, in één van de grasbufferstroken op Vredepeel uitgebreider gemeten (van Beek e.a., 2005ab). In 2003 werd ca. 55 kg N en 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha met het buffergewas afgevoerd (Tabel 3.3). Er trad geen duidelijke gradiënt in biomassa productie op vanaf het perceel. Dit betekent dat er geen duidelijke effecten zijn van laterale uitspoeling en meemesten op de productie van het buffergewas.



*Peilbuizen en piezometers in bufferstrook en perceel op PPO-proefbedrijf Vredepeel (O.A. Clevering)*

Hierbij dient opgemerkt te worden dat kunstmest gestrooid wordt met een pneumaat, waardoor het meemesten tot de eerste 25 cm van de grasrand beperkt blijft (Tabel 2.4). Opvallend is dat het gras op de bufferstrook erg ondiep wortelt. In hoeverre het gewas bij zo'n ondiepe beworteling N en P uit het grondwater kan opnemen is onduidelijk. De N/P verhouding in het buffergewas is 4.8. Volgens Koerselman & Meuleman (1996) is bij een N/P verhouding groter dan 16 fosfor beperkend voor de groei, en bij een N/P verhouding kleiner dan 14 stikstof. In het tussenliggende traject is sprake van co-limitatie. Pegtel e.a (1996) stellen dat een N/K verhouding groter dan 1,2 kan wijzen op K gebrek. Hieruit kan geconcludeerd worden dat N beperkend is voor de groei van het buffergewas.

Tabel 3.3. Droge stofproductie en N- en P-afvoer door maaien (bovengronds) en % verdeling van wortelbiomassa per bodemlaag van 20 cm (ondergronds) van het buffergewas op Vredepeel (O.A. Clevering, ongepubliceerd).

Afstand vanaf de sloot	0,5 m	1,5 m	2,5 m	gemiddeld
<i>Bovengronds (juli)</i>				
Opbrengst (ton/ha ds)	4,25	4,61	3,27	4,04
N-gehalte (g/kg ds)	13,1	12,4	15,8	13,8
P-gehalte (g/kg ds)	2,9	2,8	2,9	2,9
N-afvoer (kg/ha)	55,7	57,2	51,7	54,8
P-afvoer (kg/ha)	12,3	12,9	9,5	11,6
<i>Ondergronds (augustus)</i>				
% wortelbiomassa 0-20 cm	98,8	98,1	99,3	98,3
% wortelbiomassa 20-40 cm	1,6	1,6	0,4	1,2
% wortelbiomassa 40-60 cm	0,6	0,4	0,4	0,5

### 3.3 Verschraling van grasland

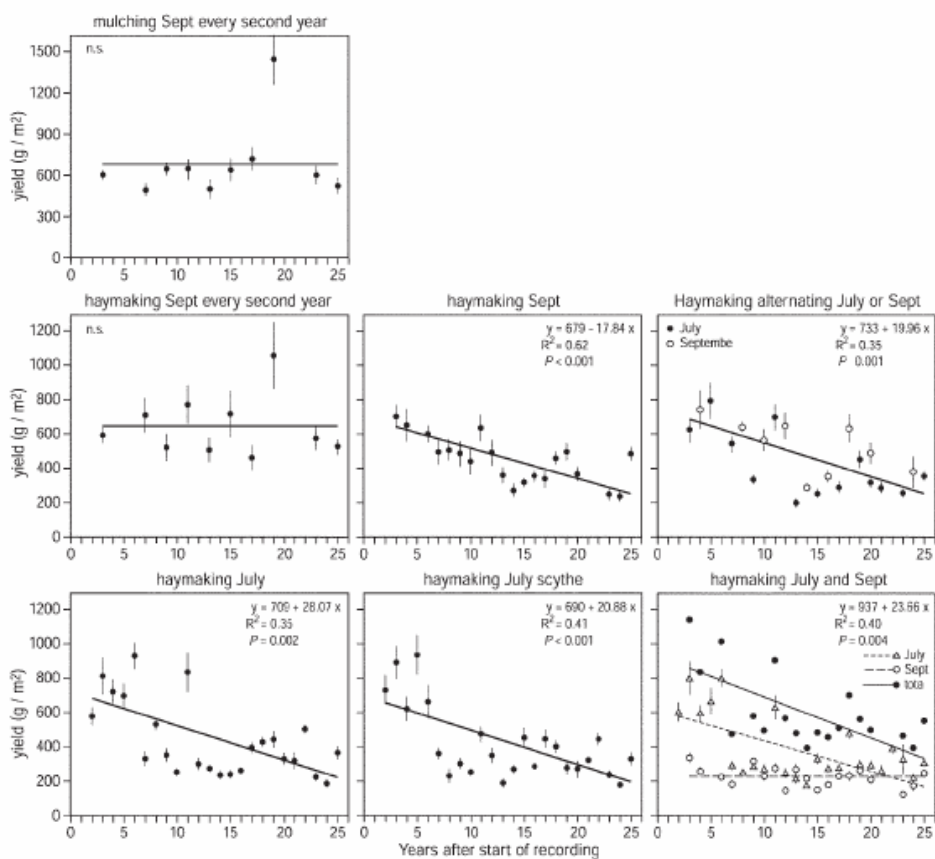
#### 3.3.1 Onderzoek Drentse Aa-gebied

##### Zandgrond

Door de Universiteit van Groningen is in het verleden uitgebreid onderzoek verricht naar de invloed van verschillende maaieregimes op de biomassaproductie en nutriëntenopname van uit productie genomen grasland op zandgrond in het stroomdal van de Drentse Aa (Olf & Bakker, 1991; Pegtel e.a., 1996; Bakker e.a., 2002). Het onderzoek startte in 1972 en werd minstens 25 jaar vervolgd. De volgende maaieregimes werden uitgevoerd:

- 1 Niets doen;
- 2 1x in de twee jaar hooien of mulchen in juli;
- 3 1x per jaar hooien op verschillende tijdstippen;
- 4 2x per jaar (juni en september) hooien

De verwachting was dat niets doen tot een toename van struiken en bomen zou leiden. Successie van grasland naar bos trad wel op, maar voltrok zich uiterst langzaam. 1x per 2 jaar hooien of mulchen gaf geen verandering in de opbrengst ten opzichte van de beginsituatie. 1x per jaar maaien verminderde de ds-opbrengst van 6 à 7,5 naar 3 ton/ha; 2x per jaar maaien van 9 ton naar 3 ton/ha. Bij zowel 1 als 2x maaien nam de N-afvoer met het gewas af van 100 naar 40-50 kg/ha (Figuur 3.1; Tabel 3.4). Deze afvoer is ongeveer gelijk aan depositie en netto mineralisatie. 2x per jaar maaien leidde tot een minder dichte vegetatie dan 1x maaien en daardoor tot een snellere successie naar N-arm grasland.



Figuur 3.1. Veranderingen in de opbrengst van grasland in relatie tot het beheerregime (Bakker e.a., 2002 in *Applied Vegetation Science* 5: 107-120).

Tabel 3.4. Maximale biomassa (ton ds/ha) en N-opname (kg/ha) in juli bij 1x (juli) of 2x (juli + september) hooien (Gegevens Bakker e.a., 2002).

Jaren	1x hooien		2x hooien	
	Ds.	N-afvoer	Ds.	N-afvoer
3	6,25	82	8,10	113
10	7,23	108	6,41	113
22	2,69	51	2,91	41

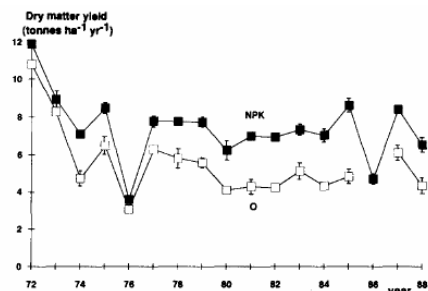
### 3.3.2 Onderzoek Wageningen

#### Zandgrond

Op een perceel grasland op zandgrond wordt sinds 1972 onderzoek gedaan naar verschillende graslandbeheervormen. De volgende behandelingen werden uitgevoerd; er werd niet bemest (Altena & Oomes, 1995):

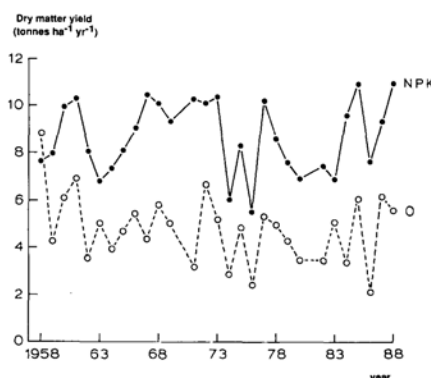
- 1 1x hooien (juni);
- 2 1x hooien (september);
- 3 2x hooien (juni en september);
- 4 2x hooien (juni en september) + NPK: 50; 8,7 en 16,6 kg/ha;
- 5 afplaggen (bovenste 5 cm)

Bij aanvang van het onderzoek was de opbrengst 12 ton/ha bij een gemiddelde gift van 250 kg N/ha. De opbrengst liep in vier jaar tijd terug naar omstreeks 6 ton/ha; na 8 jaar was de opbrengst verminderd naar 4-5 ton/ha droge stof (Figuur 3.2). Verschrallen door maaien en afvoeren van het gewas en versneld verschrallen door af te plaggen resulteerde uiteindelijk in een vergelijkbaar productieniveau. Bij 2x hooien werd meer droge stof afgevoerd dan bij 1x hooien. Het verschil tussen 1x hooien in september en 2x hooien was op termijn erg klein. Na 16 jaar was dit verschil nagenoeg verdwenen. De P-afvoer was resp. 17,9 en 9,9 kg/ha voor 2 en 1x hooien. K bleek beperkend te zijn voor de gewasopbrengst.



**Fig. 3.** Annual dry matter yields in a meadow on sandy soil (Experiment II) after the application of fertilizers had ceased (last application in 1971). The plots were mown twice a year and the harvested material was removed after each cut. □, not fertilized; ■, fertilized annually with 50 kg N/ha, 9 kg P/ha and 17 kg K/ha. Bars indicate standard errors of the mean (n = 4). NB: In 1986 the yield in the unfertilized plots was not measured.

Figuur



**Fig. 1.** Annual dry matter yields in a meadow on heavy clay mown twice a year (Experiment I). The harvested material was removed after each cut. ○, not fertilized; ●, fertilized annually with 160 kg N/ha, 52 kg P/ha and 332 kg K/ha (n = 2).

3.2.

Opbrengst (ton/ha)

### Kleigrond

Door Oomes & van der Werf (2003) werd eveneens een verschrallingsexperiment uitgevoerd in grasland op zware kleigrond. Voordat grasland uit productie werd genomen, vond een bemesting plaats van 200 kg N/ha en was de productie 10,2 ton/ha. Al na drie jaar zakte de productie naar 5 ton/ha in de onbemeste plots. Na 6 jaar nam de productie echter weer toe naar 7-8 ton/ha (Figuur 3.2 & Tabel 3.5). De P-afvoer was ca. 11 kg/ha. De opbrengst bleef de gehele onderzoeksperiode hoger dan die van onproductief grasland. De effecten van verschralling waren in de eerste 2-3 jaar het grootst. De relatie met bodemeigenschappen was slecht.

Tabel 3.5. Droge stofproductie (ton/ha) en opname van N, P en K (kg/ha) bij geen en lichte N-bemesting of bekalking na langdurig verschrallen (Oomes & van der Werf, 2003).

Bemesting (kg/ha)	Drogestof	N-opname	P-opname	K-opname
0	4,6	71	6,3	39
N (160)	5,0	99	6,4	63
Ca (355)	5,2	87	7,7	34

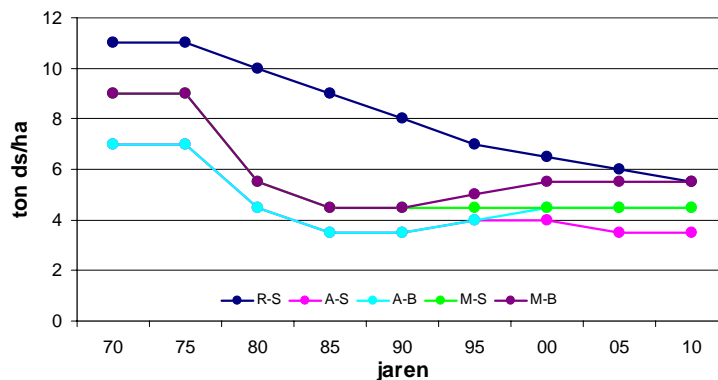
## 3.4 Verschralling wegbermen

Tot 1975 werden alle wegbermen langs rijkswegen in Nederland geklepeld (de Jong e.a., 2001). Dit gebeurde ca. 5 à 6x per jaar. Het maaisel bleef liggen. Dit leidde tot zeer soortenarme bermen. Tegenwoordig worden wegbermen ecologisch beheerd door 1 of 2x per jaar te maaien en het maaisel af te voeren. Om de afzetkosten van maaisel te drukken wil RWS minder vaak maaien. Door de Jong e.a. (2001) is nagegaan wat de invloed van minder frequent maaien op de grasproductie in de botanische samenstelling is.

De productie van de wegbermen werd niet stelselmatig bepaald. Daarom werd deels gebruikgemaakt van gegevens van Oomes en anderen (zie 3.3). De wegbermen werden ingedeeld in matig voedselarme, matig voedselrijke of zeer voedselrijke graslanden. Het eerste type hoort bij droge arme zandgronden, het tweede type bij lemige zandgronden, zavelgronden en lichte rivierkleigronden; het derde type bij klei en veengronden.

Tabel 3.6. Onderzochte varianten van maaibeheer van wegbermen. \* 1.5x maaien betekent afwisselend jaarlijks 2 of 1x maaien. Tabel overgenomen van de Jong e.a. (2001).

Beheer Type wegberm	klepelen		maaien en afvoeren	
	1970-1974	1975-1985	1990-1995	2000-2010
Matig voedselarm (A-S)	5	2	1	1.5*
Matig voedselarm bezuinigingsvariant (A-B)	5	2	1	1
Matig voedselrijk (M-S)	5	2	2	2
Matig voedselrijk bezuinigingsvariant (M-B)	5	2	1	1
Zeer voedselrijk (R-S)	6	2	2	3



Figuur 3.3. Berekende ds-opbrengsten van verschillende typen grasbermen langs rijkswegen. De codering van de verschillende typen grasbermen en beheervormen zijn in Tabel 3.6 gegeven. Gegevens van de Jong e.a. (2001).

Opvallend is dat verschrallingsbeheer uiteindelijk op alle grondsoorten tot dezelfde productie leidt (Figuur 3.3). De Jong e.a. (2001) geven aan dat voor matig voedselrijke en voedselrijke bermen 1x maaien en afvoeren onvoldoende is. De productie neemt toe en daarmee de dominantie van grassen en ruigtesoorten. Door de toenemende productie nemen ook de afvoerkosten toe (zie Hfst. 5).

## 3.5 P-uitmijning

### 3.5.1 Algemeen

De mate van fosfaatverzadiging (of kritische fosfaattoestand) van de bodem is afhankelijk van de milieudoelstellingen die worden nagestreefd. Voor stagnant zoet oppervlaktewater wordt een MTR-norm (Maximaal Toelaatbaar Risico) van 0,15 en een streefwaarde van 0,05 mg totaal-P/l gehanteerd. De streefwaarde voor bodemvocht in dekzanden is 0,4 mg totaal-P/l. De definitie van de fosfaatverzadigingsgraad is momenteel gebaseerd op de waterkwaliteitsnorm van 0,15 mg totaal-P/l. Bij een doelstelling van 0,05 mg/L totaal P zal fosfaat eerder normoverschrijdend weglekken (Ehlert & Koopmans, 2004). In hoeverre een bodem fosfaatverzadigd is, is niet alleen afhankelijk van de bemestingshistorie, maar ook van de mate waarin een bodem fosfaat kan binden. Door Ehlert & Koopmans (2004) is voor Vredepeel berekend dat de kritische fosfaattoestand voor de milieudoelstelling 0,05; 0,15 en 0,4 mg P/l, resp. een Pw-getal van 4-5; 12-13 en 22-26 is. Hoge Pw-getallen in de bovenste bodemlagen hoeven niet te betekenen dat fosfaat ook in het grond- of oppervlaktewater terechtkomt. Bij fosfaatverzadiging van de bovenste bodemlagen zal fosfaat naar diepere bodemlagen lekken. Pas als dit fosfaat in contact komt met grondwater, is er kans op uitspoeling.

De werking van bufferstroken is dus sterk afhankelijk van de mate van fosfaatverzadiging van de bodem onder de bufferstrook (zie Hfst. 2). In Nederland is vaak bij aanleg van bufferstroken de fosfaattoestand al erg hoog. De vraag is dan ook: "Hoe snel kan de fosfaattoestand verlaagd worden door uitmijning?"

#### Pw en P-AI

Het bodemfosfaat dat in water oplost, wordt beschouwd als de meest labiele fractie in de bodem. Het Pw-getal wordt uitgedrukt in mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l en wordt in het bemestingsonderzoek het meest gebruikt. P-AI wordt bepaald door extractie met ammoniumlactaat-azijnzuur bij pH 3,75. Hiermee wordt ook een deel van het minder labiele P geëxtraheerd. P-AI wordt uitgedrukt in g/kg droge grond

### 3.5.2 P-uitmijning Vredepeel

De bufferstrook in het onderzoek van van Beek e.a. (2005b) werd op de toenmalige kopakker aangelegd. De Pw-getallen zijn dicht langs de sloot het laagst, en het hoogst in de bufferstrook (3 m vanaf de sloot) en kopakker (4 en 9 m vanaf de sloot). De Pw-getallen in het perceel liggen hier tussen in. De Pw-getallen in de kopakker en in de bufferstrook op 3 m van de sloot zijn opvallend hoog. In deze zone lekt fosfaat naar de onderliggende bodemlaag.

Deze resultaten laten zien dat P-uitmijning in de bufferstrook (dus in de toenmalige kopakker) nog niet geleid heeft tot lagere Pw-getallen dan in de kopakker. Deze hoge Pw-getallen zijn waarschijnlijk het gevolg van bodemverdichting door veelvuldig berijden, waardoor de opbrengst (en daarmee de N- en P-opname) van landbouwgewassen hier structureel lager ligt dan in het perceel. In het perceel zelf liggen de Pw-getallen in de bodemlaag dieper dan 30 cm onder de grens van fosfaatverzadiging, zelfs voor de strengste milieunorm. Bij niet te extreem hoge grondwaterstanden zal P-uitspoeling vanuit

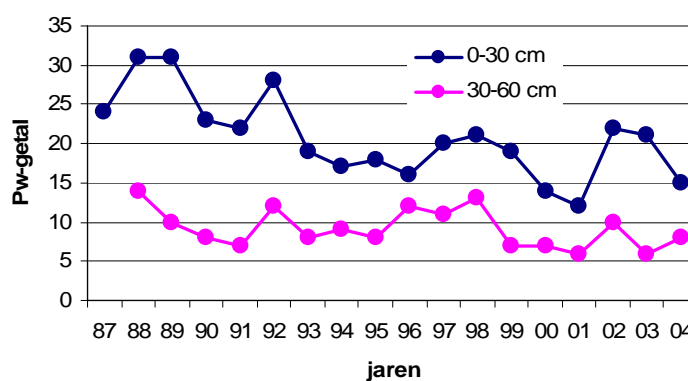
het perceel naar het oppervlaktewater verwaarloosbaar klein zijn. Wel kan uitspoeling vanuit de kopakker plaatsvinden.

Tabel 3.7. Pw-getal (per bodemlaag van 30-cm) in de bufferstrook, kopakker en perceel op PPO-proefbedrijf Vredepeel. De bufferstrook werd in 1999 aangelegd, metingen werden in 2003 verricht. Afstanden in m vanaf de sloot (O.A. Clevering, ongepubliceerde gegevens).

bodemlaag	bufferstrook		kopakker		perceel	
	slootrand	vroeger kopakker	4 m	9 m	40 m	100 m
0-30 cm	19	63	58	66	37	37
30-60 cm	< 4	25	16	28	3	5
60-90 cm	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4

### 3.5.3 P-uitmijning landbouwpercelen op klei

Sinds 1986 wordt op het PPO-proefbedrijf te Lelystad fosfaat door akkerbouwgewassen uitgemijnd in een perceel op kalkrijke zavel. Bij aanleg was het Pw-getal in de laag 0-30 cm 24. In de jaren 1987 t/m 1990 werd met 70 kg/ha fosfaat bemest (Pw-getal tot ca. 30). In latere jaren vond er geen fosfaatbemesting meer plaats, behalve in 1996-1997 (totale bemesting 120 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Het blijkt dat het Pw-getal over de hele periode bezien, slechts langzaam daalt van 30 tot 17-18.



Figuur 3.4. Het verloop van het Pw-getal (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per liter) in de verschillende bodemlagen bij het achterwege laten van P-bemesting in de periode 1986-2001 op PPO-proefbedrijf Lelystad. Gegevens P. Dekker (ongepubliceerd) & Ehlert e.a. (2003).

### 3.5.4 P-uitmijning uit de productiegenomen landbouwgronden

In het onderzoek op zandgrond in het Drentse Aa-gebied (Van der Woude e.a., 1994) werd na 16 jaar nog geen veranderingen in het Pw-getal (in de laag 0-10 cm) gevonden. In het Wageningse onderzoek van Altena & Oomes (1995) nam daarentegen de bodemvruchtbaarheid in de loop van de tijd wel af, onafhankelijk van het maai-beheer. De fosfaatbeschikbaarheid (gemeten als P-AL) nam af van 49 naar 22 bij 2x maaien; en van 57 naar 30 bij 1x maaien.

## 3.6 Discussie

Door het achterwege laten van bemesting nam de productie van de grasbufferstroken op de PPO-proefbedrijven al na 1 jaar sterk af. Dezelfde trend is waarneembaar bij uit productie genomen grasland. Opvallend zijn de zeer lage droge stofopbrengsten die worden gevonden op de PPO-proefbedrijven. Deze niveaus worden in de uit productie genomen graslanden (vooral op klei) pas na een zeer lange periode van vershraling gevonden. Deze verschillen kunnen verklaard worden uit de grote hoeveelheid organische stof die zich in de loop van de tijd in de zode van grasland ophoopt. Door mineralisatie komen nutriënten langdurig beschikbaar voor het gewas. In bouwland hoopt zich veel minder organisch materiaal op. De droge stofopbrengsten en N-afvoeren van de grasbufferstroken wijzen erop dat de afvoer van nutriënten ongeveer in evenwicht is met de aanvoer vanuit depositie, meemesten en laterale uitspoeling.

In het Brabantse afwateringsgebied van het Volkerak-Zoommeer is de belasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouw gemiddeld genomen ca. 20-23 kg N en 2-3 kg P/ha (Gegevens Emissie Registratie Collectief). Bij de aanleg van 3,5 m brede bufferstroken aan weerszijden van sloten wordt, bij 60 strekkende meter sloot per hectare, 4,2% van het



landbouwareaal uit de productie genomen. Dit betekent dat jaarlijks iets minder dan 21 kg N door een oppervlakte van 420 m<sup>2</sup> bufferstrook spoelt, ofwel omgerekend ca. 500 kg/ha bufferstrook. De lage opbrengsten en N- en P-afvoeren van de bufferstroken op de PPO-proefbedrijven wijzen erop dat bufferstroken worden omzeild (buisdrainage op klei) en/of dat water in de slootbodem (diepere uitspoeling) i.p.v. de slootwand (zeer ondiepe uitspoeling) uitreedt (vermoedelijk deels het geval op Vredepeel) (Figuur 1.1). Een andere redenering is dat het gewas maar een zeer geringe rol speelt in de opvang van uitgespoeld N.

De verschillende buffergrassen gaven geen verschillen in droge stofproductie te zien. Dit betekent dat het inzaaien van Engels raaigras (productief gras) niet tot een snellere verschralling leidt dan dat van Roodzwenkgras (weinig productief gras). Ook het in principe dieper wortelende Rietzwenkgras laat geen hogere productie zien. Voor de groei van het buffergewas is N waarschijnlijk beperkend. Van productiegrasland wordt ca. 40 kg P/ha afgevoerd; van de bufferstrook op Vredepeel is dit maar 11 kg P/ha. Dit betekent dat hierdoor P-uitmijning aanzienlijke vertraging oploopt. In situaties waarbij vooral P-uitspoeling belangrijk is, zou overwogen kunnen worden om bij te bemesten met N en/of K. Ook zouden stikstofbinders, zoals klavers, luzerne of lupinen, ingezaaid kunnen worden. Luzerne en lupine wortelen tevens vrij diep.

De vraag is nu in hoeverre de strikte eis van 2x maaien en afvoeren binnen het project Actief Randenbeheer Brabant gehandhaafd dient te worden. Op basis van de resultaten van de PPO-proefbedrijven blijkt dat vanaf het derde jaar 1x maaien en afvoeren voldoende is. Hierbij is het wel de vraag in hoeverre de PPO-proefbedrijven representatief zijn voor het gehele Actief Randenbeheergebied. Op voedselrijkere gronden is frequenter maaien wellicht noodzakelijk, dit geldt ook voor locaties met een hogere efficiëntie van bufferstroken (zie Hoofdstuk 6 & 7).

De lage opbrengsten van de bufferstroken op de PPO-proefbedrijven maken het aanlokkelijk om helemaal niet meer te maaien of geen maaisel af te voeren. Dit lijkt ons geen goede optie. Gras neemt na half juli minder N en P op als niet wordt gemaaid (l. Hoving, mond. med.), de bufferstrook wordt daardoor minder effectief. Bovendien zal zich steeds meer organische stof in de zode ophopen, waardoor mineralisatie toeneemt en het gras productiever wordt. Wel lijkt ons onderzoek naar 1x in de twee jaar maaien en afvoeren op schrale zandgronden wenselijk.

### 3.7 Conclusies

- In de bufferstroken gelegen op PPO-proefbedrijven nemen de droge stofopbrengst van en N-opname door het gewas zeer snel af. De afvoer van N is ongeveer in evenwicht met de aanvoer vanuit depositie, meemesten en laterale uitspoeling.
- P-uitmijning is een zeer langdurig proces. In situaties waarin N of K beperkend is voor de gewasgroei, zal P-uitmijning nog trager verlopen. Voor een snellere P-uitmijning valt het te overwegen om de productie van de grasbufferstroken te verhogen door bij te bemesten met N en/of K.
- Op basis van de resultaten op de PPO-proefbedrijven lijkt het niet bezwaarlijk over te stappen op een jaarlijks regime van 1x maaien en afvoeren. Minder dan 1x per jaar maaien verhoogt de input van nutriënten in de bufferstrook, en vermindert daarmee de werking.



## 4 Vegetatie- en faunabeheer

Het primaire doel van de grasbufferstroken in het project Actief Randenbeheer Brabant is het verminderen van emissies van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het oppervlaktewater. Daarnaast kunnen agrarisch natuurbeheer, vergroten biodiversiteit, verfraaiing landschap en/of functionele agrobiodiversiteit (FAB) belangrijke nevendoelestellingen van grasbufferstroken zijn. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het gewenste beheer voor deze nevendoelestellingen. De combineerbaarheid van functies staat in Hoofdstuk 6 centraal.

### 4.1 Vegetatiebeheer

Het beheer van de grasbufferstroken en uit de productie genomen grasland (zoals beschreven in Hoofdstuk 3) heeft als doelstelling natuurontwikkeling (creëren van waardevolle vegetatie) via verschraling.

De mate van verschraling kan op verschillende manieren afgelezen worden:

- 1 Ellenberggetallen. Ellenberg heeft aan een groot aantal plantensoorten een indicatorwaarde toegekend voor verschillende milieufactoren waaronder N. Voor stikstof wordt de Ellenbergwaarde uitgedrukt op een schaal van 1-9 (zie tekstbox). Uit diverse onderzoeken blijkt dat er een goede relatie is tussen het gemiddelde Ellenberggetal (op basis van aanwezigheid van soorten) en de biomassaontwikkeling.
- 2 Aantal soorten. Naarmate de bodem verschaalt neemt in principe het aantal soorten toe.
- 3 Aantal en bedekking van kruiden. Bij een hoge bodemvruchtbaarheid wordt meestal een snelgroeiende vegetatie en een dichte zode aangetroffen. Er zijn dan weinig mogelijkheden voor kruiden om zich te vestigen en/of de concurrentie om licht van de productieve grassen te winnen. Toename van het aantal en de bedekking van kruiden zijn aanwijzingen dat de productiviteit van grassen (hollere zode en langzamere groei) afneemt.

#### Ellenberggetallen voor N:

- 0 = onbekend
- 1 = zeer stikstofarme bodems
- 2 = zeer stikstofarme tot stikstofarme bodems
- 3 = stikstofarme bodems
- 4 = stikstofarme tot matig stikstofrijke bodems
- 5 = matig stikstofrijke bodems
- 6 = matig stikstofrijke tot stikstofrijke bodems
- 7 = stikstofrijke bodems
- 8 = uitgesproken stikstofrijke bodems
- 9 = zeer uitgesproken stikstofrijke bodems

Overigens heeft ook het maaieregime (en tijdstip van maaien) invloed op de mogelijkheid voor soorten om zich via zaad te vestigen. Anderzijds zegt de afwezigheid van soorten niet alles. Er moet wel zaad aanwezig zijn, hetzij in de zaadbank (kiemkrachtig zaad in de bodem) of via zaadverspreiding van planten in de nabije omgeving.

#### 4.1.1 Grasbufferstroken PPO-proefbedrijven

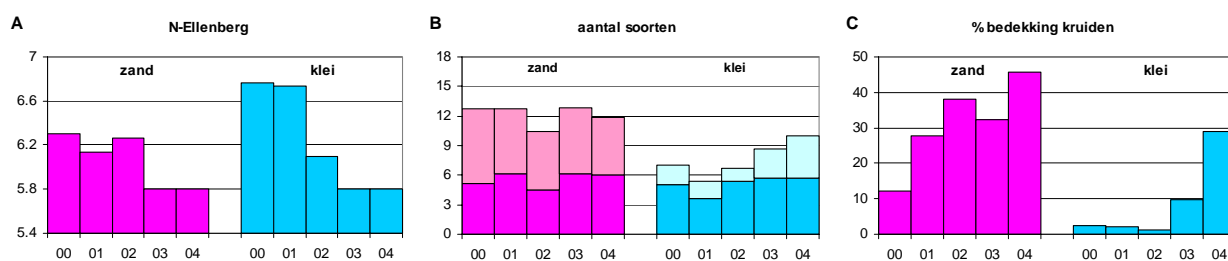
In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten wat betreft de vegetatieontwikkeling weergegeven.

##### *Ongewenste akkeronkruiden*

Verspreiding van lastige akkeronkruiden in het aangrenzende perceel kan grotendeels voorkomen worden door in het jaar van aanleg eerst een paar keer te klepelen, waardoor onkruiden niet in bloei komen. Dit heeft ook als voordeel dat de grasmat eerder sluit. Het daarna toegepaste verschraalbeheer van 2x maaien en afvoeren in de twee daaropvolgende jaren heeft tot gevolg dat het aantal ongewenste akkeronkruiden in de grasranden verder afneemt (Hopster e.a. 2002).

##### *Verschillen tussen zand en klei*

Op de proefbedrijven zijn jaarlijks vegetatieopnamen (volgens Braun-Blanquet) gemaakt in permanente veldjes van 1 x 4 m. In Figuur 4.1 is de vegetatieontwikkeling voor zand (Vredepeel) en klei (Westmaas) apart weergegeven. In 2002 is overgegaan van 2 naar 1x maaien per jaar (de resultaten van de verschillende type randen zijn samengenomen (Figuur 4.1)).

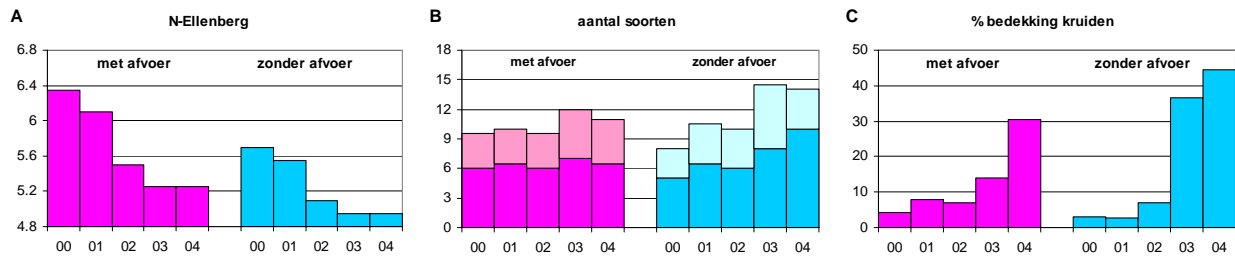


Figuur 4.1. Vegetatieontwikkeling grasbufferstroken op PPO-proefbedrijven tussen 2000 en 2004. Weergegeven zijn: (A) Ellenberggetallen; (B) aantal soorten (grassen en kruiden) en (C) % bedekking door kruiden op zand (Vredepeel) en klei (Westmaas). NB: In Figuur B zijn de grassen (donker gekleurd) en kruiden (licht gekleurd) apart weergegeven (G. Hopster, ongepubliceerde gegevens).

Zowel op zand als klei neemt het Ellenberggetal af. Opvallend is de sterke afname op klei. Het aantal soorten op zand is nagenoeg constant. Dit heeft vooral te maken met de aanwezigheid in de eerste jaren van ongewenste akkeronkruiden, die vervolgens vervangen worden door kruiden die indicatief zijn voor armere omstandigheden. Op klei neemt het aantal kruiden wel, zij het slechts langzaam, toe. Op zandgrond is de bedekking door kruiden veel hoger dan op klei; bedekking van kruiden op beide grondsoorten neemt toe. De vegetatie ontwikkelt zich nog steeds, ondanks het feit dat de opbrengsten en N-afvoer tussen de jaren 2001 t/m 2004 weinig meer verschilden.

#### *Verschillen in botanische samenstelling tussen wel en niet afvoeren*

De verwachting was dat door het niet afvoeren de akkerranden productiever blijven, en dat daarnaast een dikke mat van plantenresten wordt gevormd, waardoor de vestigingskans van kruiden afneemt. In Figuur 4.2 zijn de resultaten van het rietzwenkgrasstype (afvoeren) en de faunarand (niet afvoeren) met elkaar vergeleken (zie ook Tabel 3.1). Het blijkt dat juist bij niet afvoeren lagere Ellenberggetallen, aantallen soorten en % kruidenbedekking worden gevonden.



Figuur 4.2. Vegetatieontwikkeling bij maaien met en zonder afvoer van maaisel van grasbufferstroken op PPO-proefbedrijven tussen 2000 en 2004. Zie Figuur 4.1 voor uitleg.

## 4.1.2 Vegetatieontwikkeling uit productie genomen grasland

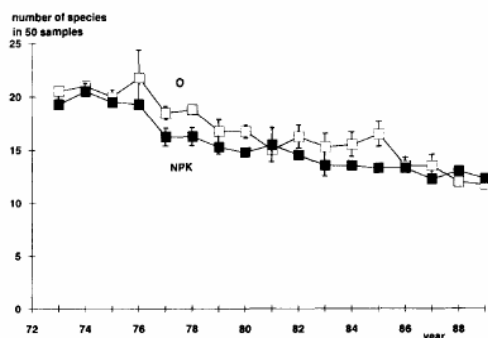
### Onderzoek Drentse Aa-gebied

Door Bakker e.a. (2002) werden de volgende resultaten verkregen (zie ook 3.3.1):

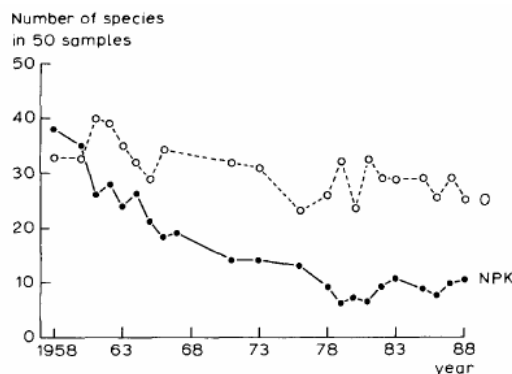
- 1 Niets doen leidde tot vestiging van struiken (dit duurde wel meer dan 20 jaar);
- 2 Mulchen en 1x in de 2 jaar maaien leidden tot de ontwikkeling van een vegetatie met ruigtekruiden en grassen kenmerkend voor stikstofrijke omstandigheden;
- 3 Verschillende tijdstippen van 1x maaien leidden niet tot verschillende vegetatiestructuren;
- 4 2x maaien per jaar resulteerde in eerste instantie in een toename van het aantal soorten (10-15 jaar); maar bij zeer sterke verschraving uiteindelijk in een afname;
- 5 1x maaien per jaar resulteerde in de vestiging van soorten van matig voedselrijke omstandigheden.

### Onderzoek Wageningen

Door Berende e.a. (1992) zijn de resultaten van het onderzoek in Wageningen op zand en klei samengevat. Het blijkt dat zowel op zand als klei het aantal soorten bij 2x maaien per jaar afneemt (op zand niet significant) i.p.v. toeneemt (Figuur 4.3).



**Fig. 4.** Number of species in 50 samples of 25 cm<sup>2</sup> in a meadow on sandy soil (Experiment II) after the application of fertilizers had ceased (last application in 1971). The plots were mown twice a year and the harvested material was removed after each cut. □, not fertilized; ■, fertilized annually with 50 kg N/ha, 9 kg P/ha and 17 kg K/ha. Bars indicate standard errors of the mean (n = 4).



**Fig. 2.** Number of species in 50 samples of 25 cm<sup>2</sup> in a meadow on heavy clay mown twice a year (Experiment I). The harvested material was removed after each cut. ○, not fertilized; ●, fertilized annually with 160 kg N/ha, 52 kg P/ha and 332 kg K/ha (n = 2).

Figuur 4.3. Afname van het aantal soorten in onbemest en licht bemest grasland bij 2x maaien op zand en zware klei. Gegevens overgenomen van Berendse e.a. (1992) in *Biological Conservation* 62: 59-65

Berendse e.a. (1992) konden niet tot een goede verklaring komen voor de afname in soortenrijkdom. Wel wijzen zij erop dat vroeg maaien nadelig kan zijn voor de zaadvorming. Belangrijk is waarschijnlijk ook dat in de loop van de tijd ruigesoorten wel verdwijnen, maar niet opgevolgd worden door soorten van nutriëntenarmere omstandigheden. Dit vanwege het ontbreken van een zaadbank en van zaadverspreiding vanuit de nabije omgeving.

#### 4.1.3 Vegetatieontwikkeling in natuurgebieden

Door Sival e.a (2004) werd onderzoek gedaan naar verschillende verschrallingsmaatregelen om P uit te mijnen. Zij vonden grote verschillen in droge stofopbrengsten en N, P en K-gehalten tussen locaties die wel en niet succesvol verschraald waren (Tabel 4.1). Hoge waarden van N/P (>10) zijn typerend voor verdroogde voedselarme graslanden of blauwgraslanden en werden alleen gevonden bij zeer lage Pw-getallen (ca. 4 en lager).

Tabel 4.1. Verschillen in biomassa, N-, P- en K-gehalten van de vegetatie en bodemvruchtbaarheids-parameters (laag 0-10 cm) tussen locaties die als wel en niet succesvol zijn beoordeeld (Gegevens Sival e.a. 2004).

		geen succes		wel succes		verschil %
		gemiddeld	standaard afwijking	gemiddeld	standaard afwijking	
Biomassa	g/m	503	217	286	189	43
P	g/kg	2,6	1,0	1,7	1,0	34
K	g/kg	14,5	6,5	11,4	6,1	21
N	g/kg	14,3	2,2	13,9	3,4	3
Soorten	N	10,3	4,2	13,3	4,4	29
Pw	mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40	45	11	12	72
C-totaal	g C /100 g	3,04	3,05	3,68	4,68	-21
N-totaal	g N/kg	2,26	2,04	2,23	1,88	1
P-totaal	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	126	68	49	41	61

## 4.2 Faunabeheer

Het faunabeheer van grasbufferstroken is vooral gericht op (i) het bieden van dekking en voedsel aan vogels en kleine zoogdieren en (ii) het stimuleren van natuurlijke vijanden van plaagorganismen.

### 4.2.1 Faunaranden

Faunaranden worden voornamelijk aangelegd om dekking en voedsel te bieden aan vogels (zoals Patrijs, Gele kwikstaart, Veldleeuwerik) en kleine zoogdieren (zoals Veldspitsmuis en woelmuizen). Ook dienen zij als broedplaats voor vogels (de Jongh & Margry, 2004; Haveman e.a. 2005). Deze randen worden niet gemaaid of pas na 1 juli gemaaid, waarbij het maaisel

niet wordt afgevoerd. Dit leidt tot een viltig dik graspakket en een vegetatie van hoopopgroeïende grassen en ruigtekruiden. Deze randen zijn botanisch vaak minder interessant en minder interessant voor bloembezoekers. Belangrijk is dat randen ruimtelijk gevarieerd beheerd worden (dus altenerend een deel niet maaien en een ander deel wel).

#### 4.2.2 Functionele agrobiodiversiteit

Onder functionele biodiversiteit wordt hier verstaan het beheersen van insectenplagen door het stimuleren van nuttige, natuurlijke vijanden. Permanente bufferstroken (gras- en graskruidenmengsels) bieden in de winter een goede schuilplaats aan spinnen, loopkevers en andere nuttige rovers. Bloemrijke grasranden zorgen 's zomers voor voedsel (nectar en stuifmeel) voor gevleugelde natuurlijke vijanden, zoals sluipwespen en zweefvliegen. Het stimuleren van natuurlijke vijanden kan het gebruik van insecticiden terugdringen.

“Beetlebanks” worden aangelegd om overwinteringshabitat te bieden aan plaagonderdrukkende bodemfauna (zoals loopkevers, spinnen en kortschildkevers). “Beetlebanks” worden meestal iets verhoogd in percelen aangelegd. In het algemeen worden polvormende grassen ingezaaid, zoals Gestreepte witbol, Kropaar en Rietzwenkgras. Echter een combinatie van verschillende grassen (hoog opgroeïende polvormende en meer uitstoelende zodevormende grassen) lijkt het beste resultaat te bieden (Collins e.a. 2003). Door Thomas e.a. (2002) werd onderzoek gedaan naar de botanische diversiteit van 10 jaar oude “beetlebanks” die met Kropaar waren ingezaaid. In de eerste jaren was de soortenrijkdom lager dan in natuurlijke grasranden langs akkers. Na 10 jaar was de vegetatie vergelijkbaar met grasranden. Door Thomas e.a. (2002) wordt geadviseerd om slechts 1x in de 1 tot 3 jaar hoog te maaien, zodat de zode niet wordt verstoord. Er ontstaat zo een ruige vegetatie met uiteindelijk veel bloemen en winterdekking.

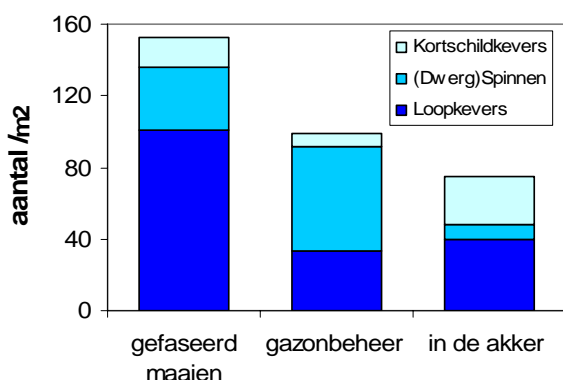


Vanaf 1999 wordt door PPO onderzoek gedaan naar functionele biodiversiteit op het PPO-proefbedrijf te Nagele. Op dit proefbedrijf wordt een bedrijfssysteem met grasranden (*Biodivers*) vergeleken

met een systeem zonder grasranden (*Biointensief*). In het systeem met grasranden wordt in twee gradiënten of wel de randbreedte of het maai-beheer gevarieerd. Het maai-beheer bestaat uit:

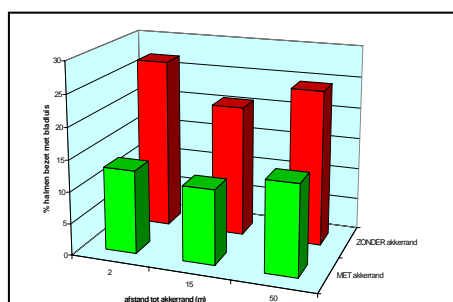
- 1 tweewekelijks maaien (gazonbeheer);
- 2 gefaseerd maaien (stukken worden afwisselend gemaaid met een frequentie van 1x in de tweejaar).

Het maaisel wordt in alle gevallen afgevoerd. Het blijkt dat de meeste spinnen bij gazonbeheer voorkomen; maar verreweg de meeste loopkevers bij gefaseerd maaien. Het gefaseerde maai-beheer geeft de hoogste plaagonderdrukking (Figuur 4.4).



Figuur 4.4. Aantallen natuurlijke vijanden in grasranden bij gefaseerd maaien, gazonbeheer en in de akker (Gegevens F. Alebeek, PPO).

Uit PPO onderzoek blijkt dat vroeg in het voorjaar bodemfauna de populatieontwikkeling van luizen sterk kan onderdrukken. Bij een zeer sterke plaagontwikkeling is onderdrukking door alleen bodemfauna



Luizen in een graanperceel. Groen met grasranden; rood zonder grasranden (Gegevens F. van Alebeek, PPO)

niet toereikend. In de zomerperiode zijn ook gevleugelde natuurlijke vijanden actief. Deze insecten kunnen zich beter aanpassen aan de snelle populatieontwikkeling van plagen, omdat zij meerdere generaties per jaar voortbrengen. Van de meeste gevleugelde natuurlijke vijanden eten of parasiteren alleen de larven plaagorganismen. De volwassen insecten hebben nectar of stuifmeel als voedselbron nodig. Dit betekent dat in de grasbufferstroken ook bloeiende kruiden aanwezig moeten zijn om de volwassen insecten van voedsel te voorzien. De kunst is dus om het beheer van grasbufferstroken zodanig te optimaliseren dat zowel bodemfauna als vliegende insecten wordt gestimuleerd.

## 4.3 Conclusies

### *Vegetatiebeheer*

- Uit het akkerrandenonderzoek op de PPO-proefbedrijven blijkt dat de vegetatie nog steeds in ontwikkeling is, ondanks het feit dat de opbrengst niet meer daalt. Het lijkt daarom zinvol het maaibeheer van 1x maaien per jaar voort te zetten
- Op de proefbedrijven gaf het niet afvoeren van maaisel zeker geen slechter resultaat dan wel afvoeren. Dit in tegenstelling tot de verwachting en ervaringen in natuurgebieden.
- Bij aanleg is het Pw-getal van grasbufferstroken vermoedelijk al vrij hoog. Het valt niet te verwachten dat zich een vegetatie ontwikkelt die karakteristiek is voor P-arme omstandigheden.

### *Faunabeheer*

- Zowel voor het stimuleren van kleine zoogdieren en vogels als ook voor functionele agrobiodiversiteit (stimuleren nuttige bodemfauna) is een hoge vegetatie met veel beschutting noodzakelijk. Niet maaien, maaien en niet afvoeren of gefaseerd maaibeheer (afwisselend 1x in twee jaar maaien) zijn hiervoor de beste beheervormen.
- Het is nog onduidelijk welk maaibeheer het meest gunstig is voor het stimuleren van zowel bodemfauna als gevleugelde natuurlijke vijanden van plaagorganismen.





## 5 Kosten beheer

### 5.1 Kosten werkzaamheden op bufferstroken

De kosten van het beheer van grasbufferstroken is berekend met het bedrijfs-economisch programma van PPO (ontwikkeld in samenwerking met LEI en ASG). De kosten zijn berekend per ha bufferstrook. De volgende kosten zijn berekend:

1. Kosten bij eigen arbeid en bij loonwerk. Hierbij is gebruik gemaakt van de arbeidsregistratie in het project Natuurbreed. Voor eigen arbeid zijn de arbeidskosten niet meegenomen.
2. Trekker- en brandstofkosten (op basis van KWIN);
3. Gebruik werktuigen (maaien, harken en oprapen) in eigen beheer (op basis van KWIN).

De kosten van beheer nemen sterk af als minder vaak gemaaid wordt en als maaisel blijft liggen (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Kosten beheer grasbufferstroken. Arbeidsuren en kosten in eigen beheer en loonwerk (euro) bij verschillende beheersregimes per strekkende km bufferstrook. Bij eigen beheer zijn ook de arbeidskosten (18,15 euro/uur) en verrekeningstarieven werktuigen/machines opgenomen (Gegevens J. Spruijt-Verkerke, PPO)

werkzaamheden	arbeid	eigen beheer	loonwerk
2x maaien en afvoeren	3,85	225	198
2x maaien zonder afvoer	1,40	74	70
1x maaien en afvoeren	1,93	113	99
1x maaien zonder afvoer	0,70	18	35

### 5.2 Verwerkingskosten maaisel

Het maaien van grasbufferstroken is goed in te passen in de agrarische bedrijfsvoering. Het afvoeren van maaisel levert soms problemen op. Het maaisel kan in principe in de akker ondergewerkt, aan vee opgevoerd of gecomposteerd worden (Hopster & Van der Voort, 2004).

Op de PPO-proefbedrijven en door deelnemers van Natuurbreed worden alle drie methoden toegepast. Een ondernemer die een balenpers heeft kan het maaisel relatief goedkoop zelf in balen persen. Ook helpt het als een naburige veehouder het gras af wil nemen. Maaisel onderwerken in de akker is de goedkoopste oplossing. Dit levert voorsnog geen extra veronkruiding op, omdat het maaisel van de steeds schraler wordende bufferstroken weinig probleemkruiden bevat. Direct aan vee voeren of mengen met eigen composthoop of mesthoop is ook een relatief goedkope oplossing. Het afvoeren naar een composteerbedrijf is de duurste optie. In de toekomst zou covergisting een goede oplossing kunnen zijn.

#### Natuurbreed

*Natuurbreed is een project van PPO en Praktijkonderzoek Veehouderij en agrarische ondernemers. In het project wordt gewerkt aan het inpassen van agrarisch natuurbeheer- en landschapsbeheer in de bedrijfsvoering. In totaal werken 33 boeren en tuinders verspreid over Nederland mee.*

Tabel 5.2. Arbeidsuren en kosten (euro) per strekkende km grasbufferstrook bij verschillende verwerkingsmethoden van grasmaaisel. Er is gerekend met een droge stofopbrengst van 5 ton/ha en kosten van composteren van €35/ton ds. Bij eigen beheer zijn arbeidskosten van 18.15 euro/uur berekend (Gegevens M. van der Voort, PPO).

werkzaamheden	arbeid	eigen beheer	loonwerk
maaien, harken en in perceel werken	1,56	63-70	70-77
maaien, hakselen en over perceel blazen	2,78	110-117	119-126
maaisel op eigen compost-/mesthoop brengen	2,14	119-126	109-116
maaisel in balen persen als veevoer	2,49	147-154	196-203
maaisel afvoeren naar composteerbedrijf	2,22	207-214	226-233

De kosten van afvoeren naar een composteerbedrijf zijn het hoogst. Verschraalbeheer leidt tot lagere grasproductie, waardoor de kosten van het afvoeren van maaisel in de hand gehouden kunnen worden.



## 6 Samenvatting functies en beheeradvies

In de voorliggende hoofdstukken lag het zwaartepunt op het belang van verschrallingsbeheer om N- en P-emissies naar het oppervlaktewater te verminderen. Daarnaast is onderzocht in hoeverre verschillende beheervormen van invloed zijn op de botanische samenstelling, aanwezigheid van fauna en functionele agrobiodiversiteit. In dit hoofdstuk worden de resultaten kort samengevat (Tabel 6.1) en wordt een beheeradvies gegeven. Tevens wordt nagegaan in hoeverre de verschillende doelstellingen van randen combineerbaar zijn.

### *Opvangen depositie en meemesten*

Ook al worden bufferstroken niet rechtstreeks bemest, via de lucht en door meemesten komt jaarlijks een aanzienlijke hoeveelheid N (ca. 50-60 kg/ha) en P (ca. 2 kg/ha) in de Brabantse bufferstroken terecht. Bij nietsdoen en het maaisel laten liggen zal zich in de loop van de tijd steeds meer N en P in de zode ophopen. Deze N en P komen door mineralisatie weer vrij, en kunnen deels uitspoelen. Door regelmatig bufferstroken te maaien en het maaisel af te voeren blijft de aan- en afvoer van nutriënten in balans.

Voorgesteld beheer: Eerst twee jaar 2x maaien en afvoeren; daarna 1x per jaar.

### *Opvangen N- en P-afspoeling*

Om N- en P-afspoeling te verminderen, is een dichte grasvegetatie van belang. Dood organisch materiaal kan zorgdragen voor een verhoogde retentietijd in bufferstroken van afspoelend water. Het eerste jaar klepelen en daarna regelmatig maaien zorgt voor een dichte zode. Mocht afspoeling een belangrijk mechanisme zijn, dan zullen N en P beter opneembaar zijn voor het gewas dan bij uitspoeling. Regelmatig maaien en afvoeren is dan een belangrijke voorwaarde voor het goed functioneren van bufferstroken.

Voorgesteld beheer: 2 of 1x maaien per jaar en afvoeren.

### *Verminderen N-uitspoeling*

N spoelt voornamelijk in de vorm van nitraat uit. Nitraat wordt niet aan bodemdeeltjes gebonden. Nitraat kan gedurende de zomerperiode door het gewas opgenomen worden; maar kan gedurende de winterperiode alleen door denitrificatie verwijderd worden. Voor denitrificatie zijn anaerobe omstandigheden noodzakelijk en de aanwezigheid van gemakkelijk afbreekbaar koolstof. Het verschrallen van bufferstroken door het afvoeren van maaisel is dus niet per definitie gunstig voor denitrificatie.

Voorgesteld beheer: Niet maaien of maaisel laten liggen op plekken waar anaerobe omstandigheden kunnen optreden (zie ook Hoofdstuk 7 Aanbevelingen).

### *Verminderen P-uitspoeling*

P wordt aan bodemdeeltjes gebonden zolang het adsorptiecomplex niet verzadigd is. P kan alleen van het adsorptiecomplex verwijderd worden door gewasopname. Voor het verwijderen van P is maaien en afvoeren dus gunstig. Uitmijnen is een langdurig proces. Het rendement neemt sterk af als N of K beperkend zijn voor de gewasgroei (zie ook Hoofdstuk 7 Aanbevelingen).

Voorgesteld beheer: Minimaal 1x per jaar maaien en afvoeren.

### *Vegetatiebeheer*

Beheer is gericht op het verkrijgen van soortenrijke grasbufferstroken, representatief voor nutriëntenarm grasland of schraalland. Een snelle verschralling in de beginfase na aanleg zorgt ervoor dat zich weinig akkeronkruiden ontwikkelen en relatief snel de gewenste kruiden zich vestigen. Als de zode slechts langzaam dichtgroeit, en zich veel lastige eenjarige akkeronkruiden vestigen, is het zinvol het eerste jaar een aantal keer te klepelen.

Voorgesteld beheer: Eerst twee of drie jaar 2x maaien en afvoeren; oudere bufferstroken 1x per jaar. Wellicht eerste jaar klepelen.

### *Faunabeheer*

Als faunabeheer gericht is op kleine zoogdieren en vogels, dan is het belangrijk dat voldoende dekking en voedselaanbod aanwezig zijn. Een hoge begroeiing is vooral gedurende de winterperiode en het voorjaar van belang.

Voorgesteld beheer: Niets doen, of 1x per jaar maaien zonder afvoer of altemnerend maaibeheer.

### *Functionele agrobiodiversiteit*

Bij functionele agrobiodiversiteit kan voor verschillende strategieën worden gekozen: (i) alleen stimuleren van 'nuttige' bodemfauna en (ii) stimuleren van 'nuttige' bodemfauna en gevleugelde insecten.

Voor het stimuleren van 'nuttige' bodemfauna geldt grotendeels hetzelfde maaibeheer als voor faunabeheer. Het is voornamelijk onduidelijk welk beheer het meest geschikt is om zowel bodemfauna als gevleugelde insecten te stimuleren. Waarschijnlijk komt dit beheer meer in de richting van vegetatiebeheer.

Voorgesteld beheer voor stimuleren bodemfauna: Niet maaien; 1x per jaar maaien zonder afvoer of alternerend maaibeheer.

Voor stimuleren bodemfauna en gevleugelde insecten: 1x per jaar maaien en afvoeren.

Tabel 6.1. Maaibeheer voor verschillende functies van bufferstroken.

Maaibeheer/ Doelstelling	2x met afvoer	1x met afvoer	1x zonder afvoer	alternerend maaibeheer	niks doen	opmerkingen
<i>Opvangen NP-emissies</i>						
depositie en meemesten	x	x				
NP-afspoeling	x	x				
N-uitspoeling			x		x	C-accumulatie op natte plekken
P-uitspoeling	x	x				P-uitmijning
<i>Vegetatiebeheer</i>						
Lastige akkeronkruiden	x	x				Eerste jaar klepelen
Kruidenrijk grasland	x	x				
<i>Faunabeheer + plaagonderdrukking</i>						
Kleine zoogdieren/vogels			x	x	x	
Nuttige bodemfauna			x	x	x	
Nuttige bodemfauna + gevleugelde insecten		x				

#### *Beheeradvies*

Eerder werd geconcludeerd (Hfst 3) dat voor de oudere grasbufferstroken overgestapt kan worden op een lagere frequentie van maaien en afvoeren. Dit betekent dat voor bufferstroken die in 2002 zijn aangelegd; vanaf 2004 1x gemaaid en afgevoerd kan worden. Afvoeren van maaisel blijft van belang om de bufferstrook niet te verrijken. In deze studie zijn geen bufferstroken op zeer voedselrijke zavelgronden meegenomen. Ook kan het zijn dat onder gunstige hydrologische omstandigheden (Peelgebied en niet gedraineerde niet te zware kleigrond) bufferstroken effectiever zijn in het opvangen van N- en P-emissies (van Beek e.a., 2005a). Dit zou dan tot uiting moeten komen in hogere nutriëntenopname door het gewas. Onder deze omstandigheden is het verstandig het verschraalbeheer langer voort te zetten. Dit ook ter voorkoming van ongewenste akkeronkruiden. Globaal zou als criterium gesteld kunnen worden dat de ds-opbrengst bij 2x maaien en afvoeren onder de 5 ton/ha gedaald moet zijn, alvorens overgegaan wordt op 1x maaien per jaar.

#### *Combineerbaarheid van functies*

Voor de ontwikkeling van kruidenrijk grasland is het verstandig het beheer van 2x maaien en afvoeren nog een jaar langer voort te zetten. Verder is het voorgestelde beheer goed verenigbaar met vegetatiebeheer; 1x in de twee jaar of alternerend (ruimtelijk gedifferentieerd) maaibeheer is goed verenigbaar met faunabeheer. Deze laatste optie kan ten koste gaan van de snelheid van vershraling. Het project Actief Randenbeheer Brabant is opgezet om niet alleen de N- en P-emissies, maar ook drift van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater te verminderen. Als iets minder waarde wordt gehecht aan (verdere) vershraling, kunnen de doelstellingen van FAB en van het project Actief Randenbeheer Brabant zeer goed samengaan. Een lagere frequentie van maaien en afvoeren voor FAB-doeleinden zou dan wel moeten samengaan met maatregelen om het gebruik van insecticiden terug te dringen (zie Hoofdstuk 7 Aanbevelingen).

## 7 Kennislacunes en voorstel voor onderzoek

### 7.1 Werking bufferstroken

#### 7.1.1 Algemeen

Nederland heeft met de EU afspraken gemaakt dat langs beken in hoog Nederland 5 m brede droge bufferstroken worden aangelegd. De aanleg van droge bufferstroken in laag Nederland is nog in discussie. Vanaf 2006 wordt door verschillende Nederlandse instituten een grootschalig meetprogramma opgezet, om meer te weten te komen over de effectiviteit van bufferstroken in laag Nederland. Dit onderzoek zal zowel op klei, veen als zand plaatsvinden. Het onderzoek op klei zal ook op gedraineerde slempgevoelige gronden plaatsvinden. Dit onderzoek zal uitsluitend geven over de werking van bufferstroken onder Nederlandse omstandigheden.

#### 7.1.2 Afspoeling

Droge bufferstroken zijn erg effectief in het verminderen van de N- en P-emissies door afspoeling, op voorwaarde dat bufferstroken voldoende breed zijn om piekafvoeren op te vangen en dat water homogeen over de bufferstrook spoelt. In vlakgelegen slempgevoelige kleiperelen treedt vaak op het laagst gelegen deel van het perceel plasvorming op. In hoeverre plasvorming leidt tot N- en P-emissies naar het oppervlaktewater is onbekend en zou beter gekwantificeerd moeten worden.

Door A. Geerts (mond. med.) werd de suggestie gedaan om bij de insteek van de sloot een drempel aan te leggen, zodat afspoelend water wordt ingevangen in de bufferstrook. Verder werd de suggestie gedaan om in de winterperiode de grond bedekt te houden door groenbemesters te telen. Hierdoor infiltreert water beter in het perceel en neemt de gewasverdamping toe. Ook zou het pas in het voorjaar onderwerken van graanstoppels een mogelijkheid kunnen zijn. In praktijk is het echter niet altijd mogelijk om groenbemesters te telen. Groenbemesters na laatruimende gewassen komen meestal niet goed meer tot ontwikkeling, bovendien speelt soms ook de aaltjesproblematiek en mogelijke veronkruiding een rol om geen groenbemesters te telen. In het voorjaar is het daarnaast niet altijd mogelijk om in het voorjaar op tijd zware groundbewerkingen uit te voeren. Te laat zaaien of poten gaat dan ten koste van de productie. Wel lijkt het zinvol om vanuit de waterkwaliteitsproblematiek nog eens de (on)mogelijkheden van groenbemesters te bekijken.

#### 7.1.3 Buisdrainage

In situaties waarbij verontreinigen vooral via buisdrainage of de slootbodem in sloten terechtkomen, verdient het aanbeveling om maatregelen in slootkanten of in de sloot zelf te nemen. Het stimuleren van denitrificatie is een goede manier om N te verwijderen; P kan alleen definitief verwijderd worden door maaisel van slootkanten af te voeren of regelmatig te baggeren.

Om milieudoelstellingen te kunnen behalen, zou sloot- en slootkantbeheer integraal onderdeel moeten zijn van de agrarische bedrijfsvoering. Maaibeheer van akkerranden en slootkanten is goed te combineren. Ondernemers zouden dan ook het slootmaaisel af moeten voeren. Het blijkt goed mogelijk slootkanten verder te verschrallen en slootmaaisel in percelen onder te werken (Hopster e.a., 2002; Huijser, e.a. 2004).

Moerasbufferstroken zijn waarschijnlijk effectief in het verwijderen van nitraat uit drainwater. Wel is het een vereiste dat de drains boven de moerasbufferstroken uitmonden. Langs perceelssloten is vaak geen ruimte om moerasbufferstroken aan te leggen, omdat drains relatief diep liggen. Deze ruimte is er vaak wel langs de hoofdwatgangen of als ondieper (met een hogere draindichtheid) gedraineerd zou worden, bijvoorbeeld uit oogpunt van peilopzetten en waterconservering. Een andere mogelijkheid zou zijn om een dubbel slootstelsel aan te leggen: Een sloot voor waterzuivering (begroeid met helofyten, die regelmatig gemaaid worden) en een water aan- en afvoersloot, die met elkaar in verbinding staan. In een pilotproject zou de werking van verschillende typen moerasbufferstroken en de inpasbaarheid in de agrarische bedrijfsvoering onderzocht kunnen worden.

## 7.2 Aanvullend onderzoek in bestaande randen

### 7.2.1 Verschralingsbeheer

Ons advies aan de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant is om in het derde jaar over te stappen op een beheer van 1x maaien en afvoeren, mits de jaarlijkse biomassaproductie bij 2x maaien en afvoeren lager is dan 5 ton droge stof/ha. De opbrengst van het buffergewas kan door deelnemers aan Actief Randenbeheer Brabant of steekproefsgewijs door waterschappen bepaald worden. Op basis hiervan kunnen regio-specifieke richtlijnen opgesteld worden, betreffende het gewenste beheer. Verder is het zinvol, NPK-gehalten in het buffergewas te bepalen. Uit de onderlinge verhouding van N, P en K kan nagegaan worden welk nutriënt beperkend is voor de gewasgroei. Bijbemesting met K kan zinvol zijn als dit element beperkend is voor de N- en P-opname door het gewas. Voor P-uitmijning kan gedacht worden aan N-bemesting of inzaai van gras-leguminosomenmengsels. Ook kan gedacht worden aan het schuin afgraven van de akkerrand. Het voordeel daarvan is dat denitrificatie wordt gestimuleerd en ook de P-rijke bouwvoor wordt afgevoerd. Het verdient daarbij aanbeveling om demonstratieproeven aan te leggen bij deelnemers om de effecten van verschillende vormen van (maai)beheer inzichtelijk te maken.

### 7.2.2 Kopakkers



*Bereden grasrand op PPO-proefbedrijf Vredepeel (A. van Beek)*

Uit het onderzoek op Vredepeel blijkt dat de Pw-getallen en de Nmin-waarden (data niet gepresenteerd) in de kopakker veel hoger zijn dan in het aangrenzende perceel. De meest plausibele verklaring is dat door een slechte bodemstructuur (door intensieve berijding) en mogelijke door overlap in bemesting in de loop van de jaren ophoping van nutriënten in de kopakker is opgetreden, maar ook in de strook waar nu de bufferstrook ligt. Grasbufferstroken langs kopakkers worden op PPO-proefbedrijven intensief bereiden. Dit betekent dat de effectiviteit van deze bufferstroken door bodemverdichting sterk zal afnemen. Binnen het project Actief Randenbeheer Brabant zou gekeken kunnen worden naar de mogelijkheden om langs kopakkers bredere grasstroken aan te leggen. Waarbij de buitenste 3,5 m (grenzend aan het oppervlaktewater) niet intensief bereiden mag worden, en de binnenste meters als kopakker worden gebruikt. Dit betekent dat

gewassen alleen in de lengterichting van het perceel geteeld worden. Een bijkomend voordeel van bredere bufferstroken is dat de P verrijkte bodem van de kopakker uitgemijnd kan worden.



*Zaadrijk maaisel afkomstig van bloemrijk grasland uitgereden op grasbufferstrook (A. van Beek, PPO)*

### 7.2.3 Nevendoelen van grasbufferstroken

Op het moment dat verdere verschraling van grasbufferstroken om N- en P-emissies te verminderen geen prioriteit heeft, kan gedacht worden aan meekoppeling met andere functies. Voor de hand liggen: (i) de ontwikkeling van kruidenrijk grasland (vegetatiebeheer); en (ii) inrichting voor faunabeheer, met name functionele agrobiodiversiteit. Zoals gezegd kan het beheer voor beide doelstellingen sterk verschillen.

Zoals blijkt uit het akkerrandenonderzoek op PPO proefbedrijven gaat verschaalbeheer goed samen met de ontwikkeling van kruidenrijk grasland. De vegetatieontwikkeling kan nog versneld worden door randen door te zaaien met kruidenmengsels of het uitrijden van zaadrijk hooi van bloemrijk grasland. Zowel het doorzaaien als het uitrijden van zaadrijk hooi zou bij deelnemers aan Actief Randenbeheer Brabant uitgetest kunnen worden.

De primaire doelstelling van het project Actief Randenbeheer Brabant is het verminderen van emissies van N en P en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Het FAB-concept sluit zeer goed aan bij de doelstelling om emissies van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen. Wel betekent FAB dat deelnemers bereid moeten zijn om terughoudend te zijn in het gebruik van insecticiden, en dat drift naar de perceelsranden zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit betekent dat deelnemers zeker in de eerste jaren

#### FAB Hoeksche Waard

*Het project FAB Hoeksche Waard is een initiatief van LTO Nederland. In de Hoeksche Waard werken akkerbouwers samen om de voordelen te benutten van de natuur in de directe omgeving van het bedrijf. Ze richten zich vooral op de bestrijding van luizen, koolmotjes en slaken door het stimuleren van natuurlijke vijanden. Akkerbouwers worden ondersteund door DLV, NIOO en WUR*

zeer goed begeleid moeten worden, zoals nu ook gebeurt in het FAB Hoeksche Waardproject. Ook is het van belang dat een intensieve ecologische dooradering van het landschap aanwezig is. Dit betekent dat wil FAB slagen er meerdere telers in hetzelfde gebied aan het FAB-concept moeten willen werken. Dit vergt echter een apart project.

Voorgesteld wordt dat de projectgroep Actief Randenbeheer Brabant nagaat of deelnemers bereid zijn het beheer van akkerranden aan te passen hetzij voor de ontwikkeling van kruidenrijk grasland of voor faunabeheer.





## 8 Referenties

- Altena HJ, Oomes MJM (1995). De invloed van 20 jaar verschraling op de productie en de vegetatie van een zandgrasland. AB-DLO Rapport 34.
- Anonymus (1998). Ecologisch onderzoek naar de effecten van bufferstroken langs watergangen. Een literatuurstudie naar werking, rendement en kansrijkdom. STOWA rapport 98-26.
- Assinck FBT, Willigen de P, Beek CL van (2002). Modelstudie naar het effect van onbemeste stroken op de stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Alterra-rapport 510.
- Bakker JP, Elzinga JA, Vries Y de (2002). Effects of long-term cutting in a grassland system: perspectives for restoration of plant communities on nutrient-poor soils. *Applied Veg. Sc.* 5: 107-120.
- Barling RD, Moore ID (1994) Role of Buffer Strips in Management of Waterway Pollution - a Review. *Environmental Management* 18:543-558
- Beek CL van, Merkelbach, R, Salm C. van der (2005a). Quick-scan effectiviteit droge bufferstroken langs watergangen in de provincie Noord-Brabant. Studie voor de projectgroep ARB. Rapport in voorbereiding.
- Beek CL van, Clevering OA, Dijk W van, Kleef J van, Reijers N, Heinen M (2005b). De effectiviteit van een grasbufferstrook op een akkerbouwbedrijf op zandgrond om de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater te verminderen. Alterra-rapport in voorbereiding.
- Berendse F, Oomes MJM, Altena HJ, Elberse WTh (1992). Experiments on the restoration of species-rich meadows in The Netherlands. *Biological Conservation* 62: 59-65.
- Clevering OA, Smit B, Aendeckerk T, Wees N van (2004). Mogelijkheden voor hergebruik en zuivering van uitgespoelde nutriënten. PPO 530133.
- Collins KL, Boatman ND, Wilcox A, Holland JM (2003) Effects of different grass treatments used to create overwintering habitat for predatory arthropods on arable farmland. *Agriculture Ecosystems & Environment* 96:59-67
- Dijk W van, Clevering O, Schans D van der, Zande J van de, Porskamp H, Heien M, Smidt R, Merkelbach R (2003). Effecten bufferstroken op de kwaliteit van oppervlaktewater in Noord-Brabant. PPO 510318.
- Dillaha TA, Reneau RB, Mostaghimi S, Lee D (1989) Vegetative Filter Strips for Agricultural Nonpoint Source Pollution-Control. *Transactions of the Asae* 32:513-519
- Ehlert PAI, Wijk CAPH van, Dekker PHM (2003). Fosfaatbalansen op perceelsniveau. Scan van de resultaten van vier veeljarige veldproeven op bouwland. PPO 305
- Ehlert PAI, Koopmans G. (2004). Fosfaatkarakteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. Tmt 0V0404
- Haycock NE, Pinay, G. (1993) Groundwater nitrate dynamics in grass and popular vegetated riparian buffers strips during the winter. *J. Environ. Qual.* 22: 273-278
- Haveman R, Burgers J. Dimmers, WJ. Huiskes HPJ, Jagers op Akkerhuis GAJM, Kats RJM van, Lammertsma DR en Martakis GFP (2005). Evertebraten in Faunaranden en Natuurbraak. Een detailstudie in Noordoost Groningen. Alterra-rapport 1076.
- Hendriks RFA, Leene GJ, Massop HTL, Kruijne R. (1996). Perceelonderzoek naar het effect van beekbegeleidende bufferstroken op de stikstof- en fosforbelasting van de Mosbeek. Rapport DLO-Staring Centrum 420.
- Hopster GK, Visser AJ, Beek AJCM van (2002). Agrarisch natuurbeheer op proefbedrijven. Tussentijdse evaluatie 1998-2001. PPO 13.38.035.
- Hopster GK, Voort M van der (2004). Verschraalbeheer is goed voor boer en natuur. *Boerderij/Akkerbouw* 89(19)
- Huijser MP, Meerburg BG, Holshof G (2004). The impacts of ditch cuttings on weed pressure and crop yield in maize. *Agr. Ecosyst & Environment* 102: 197-203
- Jong JJ de, Spijker JH, Wolf RJAM, Koster A, Schaafsma AH (2001). Beheerskosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen. Een vergelijking tussen traditioneel beheer en ecologisch beheer van grazige bermen, boomweiden en bermsloten. Rapport DWW-2001-074.
- Jongh P de, Margry K (2004). Ecologische kansen bij Actief Randenbeheer Brabant. Helicon opleidingen MBO Boxtel.
- Koerselman W, Meuleman AFM (1996). The vegetation N:P ratio's: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. *J. Appl. Ecol.* 33: 1441-1450.
- Kroes JG, Dam JC van (2003). Reference Manual SWAP version 3.0.3. Alterra-rapport 773.
- Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt (KWIN) 2002. Ed. W. Dekkers. PPO-rapport 301.
- Muscutt AD, Harris GL, Bailey SW, Davies DB (1993) Buffer Zones to Improve Water-Quality - a Review of Their Potential Use in Uk Agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment* 45:59-77
- Oloff H, Bakker JP (1991). Long term dynamics of standing crop and species composition after the cessation of fertilizer application to mown grassland. *J. Appl. Ecol.* 28: 1040-1052.
- Oomes MJM, Werf A van der (2003). Hooilandgebruik en botanische diversiteit: is bemesting altijd een bedreiging? De

- Levende Natuur 104: 192-196.
- Orleans ABM, Mugge, F.L.T., Meij, T. van der, Vos, P., Keurs, W.J. ter (1994) Minder nutriënten in het oppervlaktewater door bufferstroken? Een literatuuranalyse. Milieubiologie R.U. Leiden.
- Osborne LL, Kovacic DA (1993) Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshwater Biology*. 1993, 29: 2, 243-258; 63 ref.
- Pegtél DM, Bakker JP, Verweij GI, Fresco LFM (1996). N, K and P deficiency in chronosequential cut summer-dry grasslands on gley podzol after cessation fertilizer application, *Plant Soil* 178: 121-131
- Thomas SR, Noordhuis R, Holland JM, Goulson D (2002) Botanical diversity of beetle banks effects of age and comparison with conventional arable field margins in southern UK. *Agriculture Ecosystems & Environment* 93:403-412
- Woude BJ van der, Pegtél DM, Bakker JP (1994). Nutrient limitation after long-term nitrogen fertilizer application in cut grasslands. *Journal of Applied Ecology* 31:405-412
- Sival FP, Chardon WJ, Werff MM van der (2004). Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat: evaluatie van verschringsmaatregelen. Alterra-rapport 951.