

BEMESTINGSVRIJE STROKEN

D'Haene Karoline & Hofman Georges
Coördinatie onderzoeks- en voorlichtingsplatform Duurzame bemesting
28/09/2016

Lijst met afkortingen	i
Achtergrond en proces	1
1 Inleiding.....	1
2 Bemestingstechnieken.....	3
2.1 Breedwerpige versus lokale toediening.....	3
2.2 Kantstrooien en -spuiten	4
3 Bemestingsvrije zones in de Vlaamse wetgeving.....	8
3.1 Mestdecreet.....	8
3.2 Decreet Integraal Waterbeleid (DIWB)	8
3.3 Mestdecreet versus Decreet Integraal Waterbeleid	9
3.4 Beheersovereenkomst.....	11
3.5 Ecologisch aandachtgebied bufferstrook langs waterloop.....	11
4 Wettelijk verplichte bemestingsvrije stroken in het buitenland	12
5 Transportwegen, processen en effecten van bufferstroken	16
5.1 Stikstof en fosfor in de bodem en transportwegen naar grond- en oppervlaktewater.....	16
5.2 Processen voor het tegenhouden en verwijderen van stikstof en fosfor in bufferstroken	17
5.3 Effecten van bufferstroken	17
6 Effecten van verschillende types bufferstroken.....	22
6.1 Algemeen.....	22
6.2 Bemestingsvrije strook van het Mestdecreet en DIWB (type 1-4).....	22
6.3 Bufferstroken met fosforsorberende componenten (type 5)	24
6.4 Beheersovereenkomst (type 6-7)	24
6.5 Andere bufferstroken (type 8-13).....	25
7 Besluit van onderzoeksresultaten en -noden.....	26
8 Referenties.....	29
Bijlage 1: Bemestingstechnieken.....	34
Bemestingstechnieken van organische mest.....	34
Bemestingstechnieken van minerale meststoffen.....	35
Bijlage 2: Wettelijke verplichtingen voor emissiearme toepassing in Vlaanderen.....	37
Bijlage 3: Wettelijk verplichte bemestingsvrije stroken	38

Lijst met afkortingen

Al	aluminium
BOS	bodemorganische stof
Ca	calcium
cm	centimeter
DIWB	Decreet Integraal Waterbeleid
EAG	ecologisch aandachtsgebied
FBV	fosfaatbindend vermogen
Fe	ijzer
l	liter
m	meter
N	stikstof
N ₂	distikstof
NH ₃ -N	ammoniakale stikstof
NH ₄ ⁺	ammonium
NO ₃	nitraat
N ₂ O	distikstofoxide
MAP	Mestactieplan
Mg	magnesium
P	fosfor
PDPO	Programma voor Plattelandsontwikkeling
s	seconde
VEN	Vlaams Ecologisch Netwerk
VLM	Vlaamse Landmaatschappij

Achtergrond en proces

Om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren en de norm van 50 mg nitraat (NO_3^-) per liter (l) van de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEC) en de waterkwaliteitsnormen voor fosfor (P) voor verschillende watertypen van de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) te halen, zijn minimale bemestingsvrije stroken langs waterlopen in de wetgeving in Vlaanderen en andere regio's opgenomen. De aanleg van bemestingsvrije stroken is een maatregel om zowel directe (= door meemesten van de waterloop) als indirecte nutriëntenverliezen (= via run-off of transport in de bodem in de bemestingsvrije strook) naar het oppervlaktewater te voorkomen.

De huidige breedte van bemestingsvrije zones langs waterlopen in het Vlaamse Mestdecreet van 5 meter (m) (en 10 m indien gelegen in het Vlaamse Ecologisch Netwerk (VEN) of grenzend aan een helling >8%) (Anonymus, 1999; 2006; 2011a) heeft een geringe gedragenheid bij de landbouwsector, mede door het introduceren van bemestingsprecisietechnieken zoals mestinjectie, rijenbemesting, ... Indien Vlaanderen de breedte van bemestingsvrije stroken ter discussie stelt, is er nood aan een wetenschappelijke onderbouwing om Europa te overtuigen. Deze geïdentificeerde prioritaire onderzoeksnood werd zowel in de ontwerp tekst van Mestactieplan (MAP) V (Anonymus, 2015a) als door het Onderzoeks- en voorlichtingsplatform Duurzame bemesting in de visietekst 'Onderzoeksnoden in het kader van de nutriëntenproblematiek in de landbouw gelinkt aan de waterkwaliteitsdoelstellingen van MAP V' opgenomen (Onderzoeks- en voorlichtingsplatform Duurzame bemesting, 2015).

In deze nota worden de reeds uitgevoerde onderzoeken en (Vlaamse) literatuurstudies over bemestingsvrije stroken, in detail bekeken waarbij rekening gehouden wordt met verschillende toepassingstechnieken van verschillende meststoftypes. Het is de bedoeling om na te gaan of er reeds voldoende informatie beschikbaar is of dat er nog onderzoek naar de aangewezen breedte van bemestingsvrije zones nodig is om nutriëntenverliezen naar het oppervlaktewater te minimaliseren, rekening houdend met de verschillende toepassingstechnieken van nutriënten.

Op de vergadering van 8 april 2016 van het onderzoeksplatform werd deze tekst bediscussieerd en gefinaliseerd.

1 Inleiding

Bufferstroken zijn begroeide stroken langs waterlopen met een ander beheer of inrichting dan het aangrenzende landbouwperceel dat afwatert naar de bufferstrook. De drie hoofdfactoren die een rol vervullen in de waterkwaliteit zijn (Deweert & Meire, 1997):

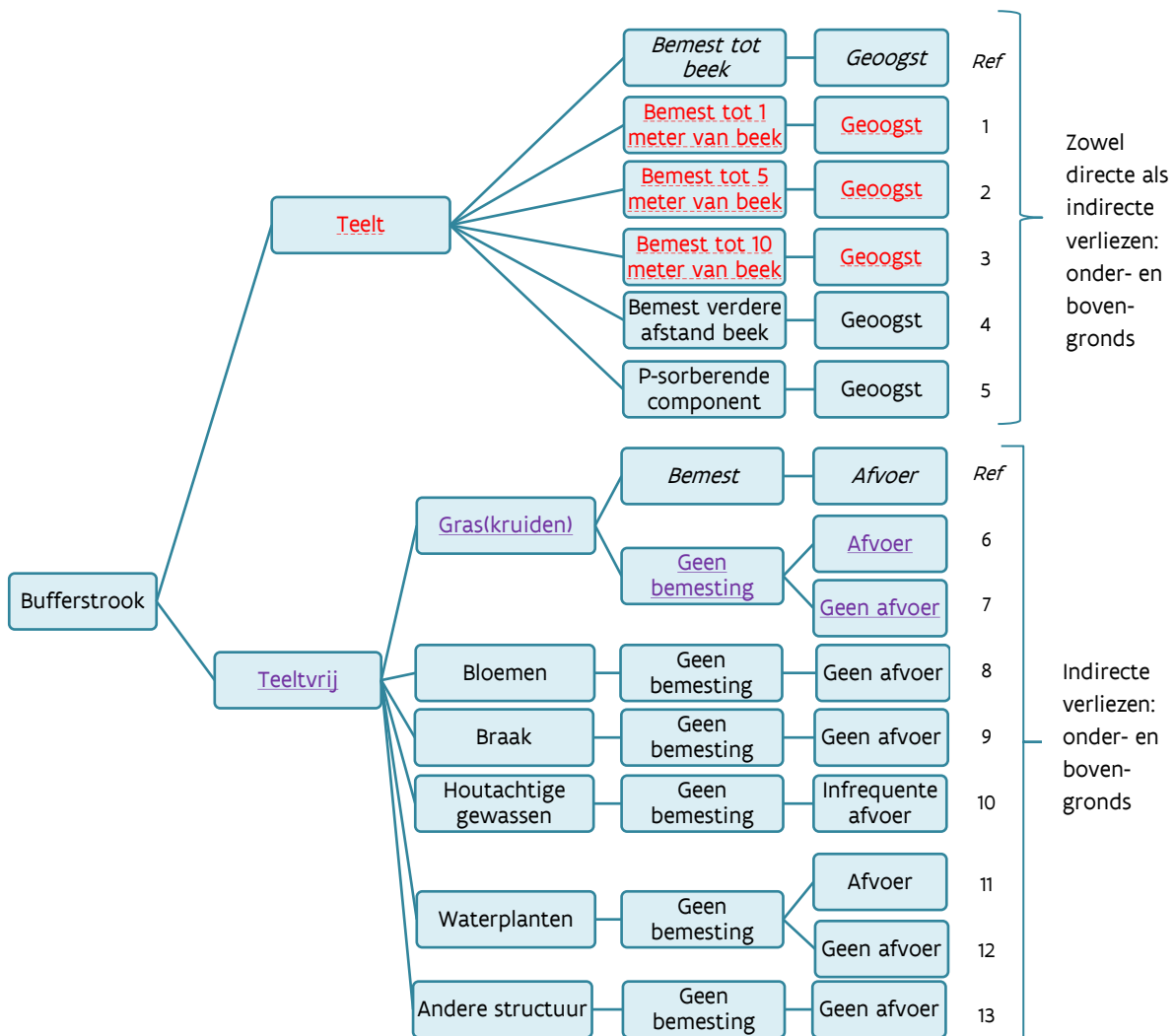
- Hydrologische factoren vb. fluctuaties van de grondwatertafel en hydraulische belasting,
- Vegetatie,
- Bodemfactoren vb. bodemtype en andere factoren die de biochemische processen beïnvloeden.

Bufferstroken kunnen verschillende functies uitoefenen: beperken van de toevoer van nutriënten, sediment, zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater;

stabiliseren van oevers; verbeteren van waterberging; versterken van landschappelijke waarde en een corridor of habitat voor fauna en flora (Deweere & Meire, 1997; D'Haene *et al.*, 2010; Debien *et al.*, 2012; Stutter *et al.*, 2012).

Het beheer van bufferstroken kan verder gaan dan enkel het beperken of niet toedienen van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Een eerste mogelijkheid zijn aanpassingen aan het reliëf en de vochttoestand. Zo bestaan er bufferstroken als een drasberm, plasberm, flauwe oever, moerasstroken, Een andere mogelijkheid is het gebruik van een aangepast gewas. Dit kunnen gras-, gras-kruident-, graan-kruident-, bloemenrijke mengsels-, houtkant/haag- of braakranden zijn (Deweere & Meire, 1997; Parkyn, 2004; D'Haene *et al.*, 2010; Debien *et al.*, 2012).

In deze nota wordt ingegaan op het beperken van de toevoer van stikstof (N), fosfor (P) en sediment naar het oppervlaktewater. Er wordt niet gekeken naar extra waterberging, verhoging natuurwaarde en (functionele agrobiodiversiteit en oeverstabilisatie. Zodoende worden bufferstroken van type 8-13 (bloemenranden, houtachtige gewassen, waterplanten en andere structuur) niet uitgebreid besproken (Figuur 1).



Figuur 1 Verschillende types van bufferstroken (rood: beteelde bemestingsvrije stroken waarvan we het effect van de verschillende breedtes willen evalueren en paars: type bufferstroken waarop het onderzoek zich in de literatuur het vaakst op focust)

Aangezien de processen in en het effect van bufferstrook type 6 en 7 (Figuur 1 (paars)) op verliezen van nutriënten en bodemdeeltjes het meest werd onderzocht, wordt de relevante informatie van deze bufferstrook mee opgenomen in de evaluatie. Er wordt gefocust op een vergelijking van bufferstroken van type 1-4 (bemestingsvrije zone van 1 tot >10 m) (Figuur 1 (rood)). Vijf en 10 m zijn de huidige breedtes van de bemestingsvrije strook in het Mestdecreet en het Decreet Integraal Waterbeheer (DIWB) (zie 3). Eén meter wordt voorgesteld voor precisie-bemestingstechnieken waarbij de directe verliezen beperkt worden. Dit voorstel is parallel met de wetgeving over bufferstroken bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen waar met het risico op drift en driftreducerende maatregelen rekening gehouden wordt. Volgens het DIWB moet bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen minimaal 1 m in acht genomen worden, maar federaal wordt voor alle oppervlaktewater een minimale afstand opgelegd van 1 m voor veldspuiten en 3 m voor boomgaardspuiten. Deze afstanden kunnen tot 200 m oplopen, afhankelijk van het gewasbeschermingsmiddel, de gebruikte techniek en de toegepaste driftreducerende maatregelen (Anonymus, 2003; 2015b).

In de hier geschetste context is het dan ook meer aangewezen om de term bemestingsvrije stroken i.p.v. bufferstroken te gebruiken, hoewel beide termen verder in tekst gebruikt worden.

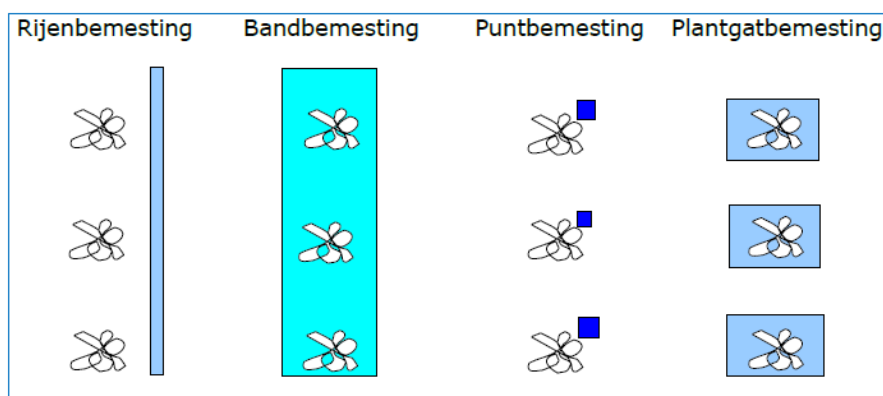
2 Bemestingstechnieken

2.1 Breedwerpige versus lokale toediening

Meststoffen kunnen breedwerpig of gelokaliseerd toegediend worden. Bij een breedwerpige toediening wordt de meststof op de bodem of het gewas gelijkmatig verdeeld over gans het perceel. In Bijlage 1 worden verschillende (breedwerpige) bemestingstechnieken van organische mest en minerale meststoffen besproken. Met lokale toediening van meststoffen wordt bedoeld (Figuur 2) (ADLO, 2014; CBAV, 2015; Nutrinorm, 2015):

- Rijbemesting: de meststof wordt in of vlak naast (7 tot 9 centimeter (cm) links of rechts) de plantrij toegediend op een diepte van ongeveer 5 tot 10 cm;
- Bandbemesting: de meststof wordt in een strook van ongeveer 20 cm breed rond de plantrij toegediend in de directe omgeving van de wortels;
- Puntbemesting: de meststof wordt in de onmiddellijke omgeving van de plant puntsgewijs toegediend;
- Plantgatbemesting: de meststof wordt in een onmiddellijke zone rond de plant pleksgewijs toegediend.

Punt- en plantgatbemesting is vooral interessant voor planten die ver van elkaar staan maar is moeilijk te mechaniseren.



Figuur 2 Toepassingszone t.o.v. plant bij verschillende gelocaliseerde bemestingstechnieken (Bron: Inagro)

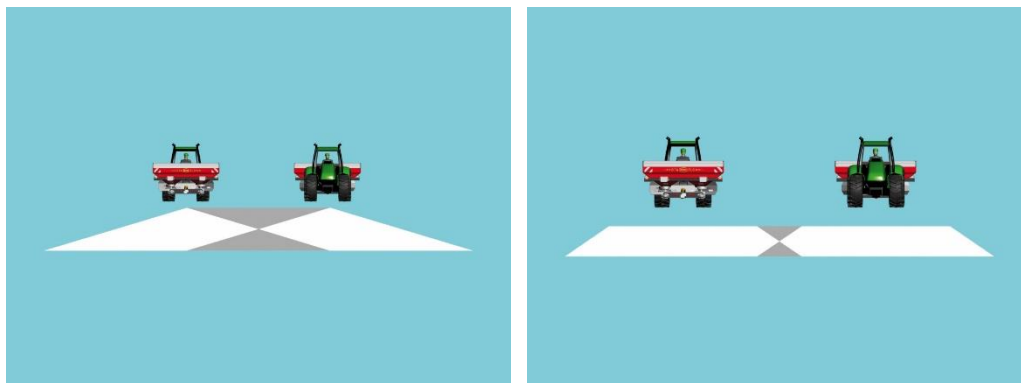
Een lokale mesttoediening heeft enkele voordelen in vergelijking met een breedwerpige toediening. De grootste voordelen worden waargenomen in koudere en vooral natte zomers, waar een neerslagoverschot tot uitlogen van onder meer NO_3^- aanleiding geeft. Bij gewassen die vanaf de aanplant of zaai veel N vereisen zoals bv. bloemkool kan een bandbemesting als basisbemesting leiden tot een betere jeugdgroei omdat de meststof in de onmiddellijke omgeving van de jonge plant of het zaad toegediend wordt. Bandbemesting heeft het voordeel dat enkel bemest wordt waar effectief planten staan. Het niet bemesten van de niet beplante spuit- en oogstgangen en de wendakkers kan 15-20% reductie van de totale bemesting betekenen. De randrijen van het perceel kunnen veel nauwkeuriger bemest worden, zonder overlap met buurpercelen. Op die manier komt ook minder meststof in de nabijgelegen waterlopen terecht. Ammoniumhoudende N-meststoffen toedienen in band of rij heeft als bijkomend voordeel dat de omzetting naar NO_3^- vertraagd wordt, zeker als dit gecombineerd wordt met een nitrificatieremmer. Dit betekent dat in regenrijke periodes de N minder gevoelig is voor uitspoeling (Hofman *et al.*, 1992; ADLO, 2014).

Het combineren van een lokale meststoftoediening en een bijmeststelsysteem is echter moeilijk als de gewassen al gedeeltelijk tot zelfs volledig dichtgegroeid zijn. Wanneer de bemesting dan lokaal wordt toegepast, zal dit aanleiding geven tot een niet te verwaarlozen beschadiging van het gewas door verbranding. Droge weersomstandigheden tijdens het uitvoeren van een lokale toediening met vloeibare meststoffen verhogen het risico op verbranding en sterfte. Een breedwerpig toegediende bijbemesting kan ook in zekere mate het gewas beschadigen, maar wel veel minder dan een lokaal toegediende bijbemesting (ADLO, 2014).

2.2 Kantstrooien en -spuiten

Bij het strooien van vaste minerale meststoffen aan perceelsranden wordt een zeer heterogeen strooibeeld verkregen bij de opstart en keren bij perceelsranden en kan het voorkomen dat een klein deel van de meststoffen in het aangrenzende oppervlaktewater terecht komt. Meeststen is vooral een probleem bij vaste minerale meststoffen door bemestingsmachines met een vlak aflopend strooibeeld zoals de centrifugaal- of schijven- en pendelstrooier. Om ook de perceelsranden van voldoende meststof te voorzien, mag de strooier immers niet te ver van de perceels-

rand verwijderd zijn. Bij een pneumatische strooier komt minder meststof voorbij de perceelsrand terecht omdat het strooibeeld hier bijna verticaal afloopt (Figuur 3) (Parish, 1997; Lawrence & Yule, 2007; Cool & Huyghebaert, 2014).



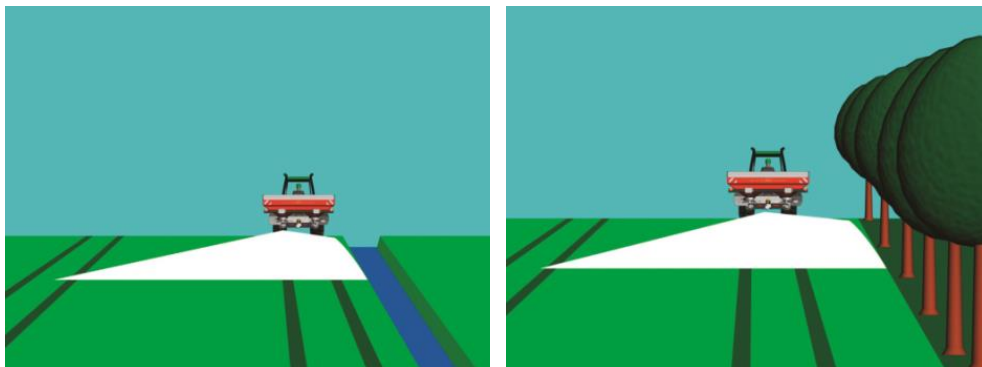
*Figuur 3 Boven: Strooibeeld loodrecht op de rijrichting bij drie types strooiers van vaste minerale mestkorrels (Bron: Cool & Huyghebaert, 2014)
Onder: Strooibeeld van centrifugaal- of schijven- en pendelstrooier (links) versus pneumatische strooier (rechts) (Bron: Nutrinorm, 2015)*

Hoeveel vaste minerale meststof er precies buiten de perceelsrand valt, hangt niet alleen af van de gebruikte (instelling van de) machine, maar ook van de afstand tussen het buitenste rijpad en de perceelsrand, de windsnelheid en -richting, ... Een grotere korreldichtheid en -diameter en rondere korrels zorgen voor een grotere werpafstand van de korrels en een grotere werkbreedte. Zwaardere korrels zijn in de lucht minder afhankelijk van de wind (Van Liedekerke *et al.*, 2008; Cool & Huyghebaert, 2014; Nutrinorm, 2015).

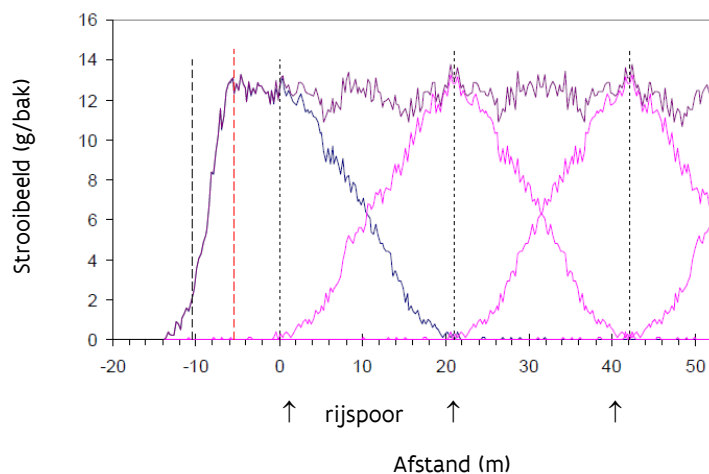
Om perceelsranden te kunnen strooien zijn nieuwe centrifugaal- en pendelstrooiers uitgerust met kantstrooisystemen of accessoires vb. kantstrooi pijp, ketsplaat, schuinstelcilinder, kantstrooi schoepen; geleidebanen, ... (Nutrinorm, 2015). Sommige kantstrooisystemen zijn eenvoudig vanuit de tractorcabine te bedienen, terwijl er bij andere systemen montage- en demontagehandelingen nodig zijn (Cool & Huyghebaert, 2014; Nutrinorm, 2015). In praktijk passen

landbouwers weinig technieken toe waarvoor het nodig is om tussendoor uit de tractor te komen, of die een duidelijke meerkost hebben. Vaak wordt aan de perceelsrand sneller gereden met de strooier van vaste minerale mestkorrels om het meemesten te beperken (Amery & Vandecasteele, 2015). Bij sommige systemen kan via computersturing de hoeveelheid korrels die op één strooikant terechtkomt automatisch evenredig verminderd worden (Marquering & Scheufler, 2006; Voet, 2014).

Bij het strooien van een perceelsrand kan er dicht of ver van de rand gereden worden (Figuur 4). Bij kant-af strooien wordt er kort langs de perceelsrand gereden, waarbij de laatste meters voor de perceelsrand goed bemest kunnen worden. Van de kant-af strooien gebeurt doorgaans met behulp van een ketsplaat vanaf de perceelsrand. Deze methode wordt in de basisbemesting geadviseerd, omdat er een beter strooibeeld gerealiseerd kan worden dan bij kant-toe strooien. Bij kant-toe strooien wordt vanuit het perceel naar de kant gestrooid. Deze methode wordt vaak in de bijbemesting toegepast, omdat er zo in de spuitsporen gereden kan worden. Er wordt dan op de halve werkbreedte van de perceelskant gereden. Een nadeel van kant-toe strooien is dat er aan de perceelsrand vaak te weinig meststoffen krijgt (Figuur 5) (Nutrinorm, 2015).

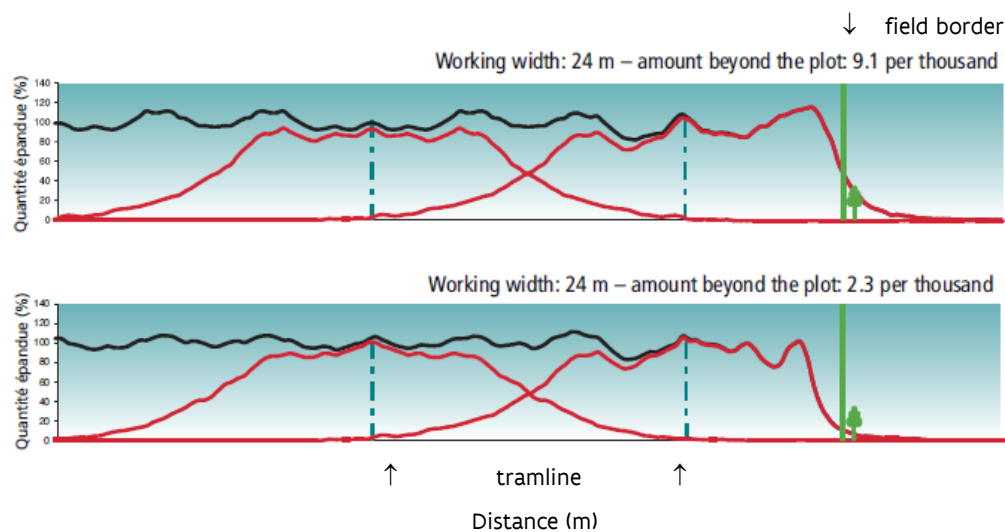


Figuur 4 Strooi patroon bij van de kant-af (links) en naar de kant-toe strooien (rechts) (Bron: Nutrinorm, 2015)



Figuur 5 Voorbeeld van een samengesteld strooibeeld (g/bak) van twee volledige strooibeelden en links aansluitend een kantstrooibeeld (naar de kant-toe). Werkbreedte strooier 21 m. De rand van het gewas ligt op -10,5 m (Bron: van Dijk et al., 2003)

De verschillende systemen om te kantstrooien werken in het algemeen minder goed bij kant-toe (één kant wordt gedeeltelijk afgesloten) dan bij kant-af (één kant wordt volledig afgesloten vb. ketsplaat) strooien (Nutrinorm, 2015). Bij kantstrooisystemen voor kant-toe strooien kunnen er 2 standen zijn (Figuur 6). Randstrooien is de eco-intensieve stand waarbij er minder korrels naast het perceel neerkomen dan op het perceel maar waarbij onderbemesting aan de rand van het perceel vermeden wordt. Bij grenstrooien (= milieu-stand) ligt de perceelsrand naast een oppervlak waar er geen meststofkorrels mogen belanden. Bij slootgrenstrooien is er een veiligheidsafstand door het in acht nemen van een bemestingsvrije strook. Langs waterlopen mogen minder dan 3 ‰ van de bemestingsnorm buiten het perceel terechtkomen (Europese EN 13739 norm) (Schauwer *et al.*, 2003; Amazone, 2015; Sulky, 2015).



Figuur 6 *Patroon afhankelijk van de instelling van strooier (strooibreedte: 24 m, rijafstand van perceelsrand: 12 m). Boven: randstrooien of “eco-intensieve” stand: er wordt minder bemest in de perceelsrand dan midden in het perceel maar onderbemesting wordt vermeden*
Onder: grenstrooien of milieu-stand met inachtneming van de officiële Europese EN 13739 norm (nl. minder dan 3 ‰ van de bemestingsnorm buiten een perceel) (Bron: Sulky, 2015).

De technologie met GPS wordt stilaan ook meer en meer in strooiers van minerale meststoffen toegepast. Door middel van een taakkaart wordt de korrelgift variabel toegediend. De taakkaart wordt in de computer van de strooier ingelezen en via het GPS systeem van de trekker wordt de positie op het perceel bepaald. Met behulp van deze GPS techniek is een vorm van precisie-landbouw mogelijk, waarbij aan de hand van sectiestrooien overlap, vb. op de kopakkers, tot een minimum beperkt wordt. Automatisch sluiten en openen van strooier en stuurhulp bij het aanhouden van de rechte rijpaden voor het maken van een constante overlap, wordt hiermee ook gerealiseerd (Voet, 2014).

De strooipatronen kunnen met bakjes of sensoren bepaald worden. Beeldverwerkingstechnieken maken opnames van de mestkorrels bij het verlaten van de strooier en de snelheid en de richting van de mestkorrels worden gemeten. Dit wordt gecombineerd met een model om de baan en de landingspunten van elke meststofkorrel te berekenen (Vangeyte *et al.*, 2013).

Het kantspuiten van vloeibare meststoffen is eenvoudiger dan het kantstrooien bij korrelmeststoffen. Bij het toedienen van bladmeststoffen naast oppervlaktewater kunnen driftarme

kantdoppen gebruikt worden. Daarnaast kan de hoogte van de spuitdoppen boven het gewas of bodem beperkt worden en is het aangewezen om niet bij een hoge windsnelheid te spuiten (Nutrinorm, 2015).

3 Bemestingsvrije zones in de Vlaamse wetgeving

3.1 Mestdecreet

Het Mestdecreet verbiedt om meststoffen op of in de bodem te brengen (met uitzondering van directe bemesting door begrazing) (Anonymus, 1999; 2006; 2011a; 2015a):

- tot 5 m landinwaarts vanaf de bovenste rand [van het talud] van een waterloop;
- tot 10 m landinwaarts vanaf de bovenste rand van het talud van een waterloop indien gelegen in het VEN;
- tot 10 m landinwaarts vanaf de bovenste rand van het talud van een waterloop, als een steile helling grenst aan een waterloop (gedefinieerd als >8%).

De waterlopen zijn alle bevaarbare waterlopen en onbevaarbare waterlopen van 1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} categorie, ingedeeld op grond van de wet van 28 december 1967 betreffende de onbevaarbare waterlopen (Anonymus, 1999; 2006; 2011a). Landbouwers kunnen de waterlopen van 1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} categorie terugvinden op de fotoplannen van de verzamelaanvraag. Loonwerkers kunnen die informatie terugvinden in de Vlaamse hydrografische Atlas, op de website Geopunt (VLM, 2015a). Het woord 'bufferstrook' komt niet voor in het Mestdecreet (Anonymus, 1999; 2006; 2011a; 2015a).

De afstandsregels van de bemestingsvrije stroken worden door toezichthouders van de mestbank van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) op het terrein gecontroleerd. Tot nog toe werd enkel een proces-verbaal voor een milieumisdrijf opgesteld wanneer er mest werd aangetroffen op 3 m van de waterloop. Als mest op een afstand van 5 tot 3 m aangetroffen werd, werd een verwittiging gegeven. Voor niet-gecategoriseerde waterlopen werd een raadgeving gegeven (Minaraad, 2015).

Deze bemestingsvrije oppervlakte mag bij de totaal te bemesten oppervlakte van het perceel meegerekend worden. De maximaal toegelaten bemesting op het perceel wordt zodoende door deze bemestingsvrije zone niet verminderd (bemerking: in feite kan dus op de bemestbare oppervlakte van het perceel meer bemest worden).

Het is in Vlaanderen wettelijk verplicht om dierlijke mest en andere meststoffen emissiearm op te brengen (Anonymus, 1999; 2006; VLM, 2015a) (zie Bijlage 2).

3.2 Decreet Integraal Waterbeleid (DIWB)

Het woord 'bufferstrook' wordt niet in het DIWB vermeld. Volgens het DIWB is een oeverzone de strook land vanaf de bodem van de bedding tot ten minste het begin van het omgevende

maaiveld of de kruin van de berm (talud) (zie Figuur 7) (Anonymus, 2003). In de meeste gevallen omvat de oeverzone enkel het talud (Figuur 7A) (Amery & Vandecasteele, 2015).

Indien de oeverzone enkel het talud omvat, is bemesting (met uitzondering van directe bemesting door begrazing) verboden (Anonymus, 2003):

- binnen 5 m landinwaarts vanaf de bovenste rand van het talud;
- binnen 10 m in het VEN;
- binnen 10 m als een helling grenst aan een waterloop.

Er mogen geen bodembewerkingen of gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast binnen 1 m van de bovenste rand van het talud (Figuur 7A).

Als met het oog op de natuurlijke werking of het natuurbehoud, of de bescherming tegen erosie of inspoeling van sedimenten, gewasbeschermingsmiddelen of meststoffen een bredere oeverzone (breder dan het talud) nodig is, wordt die op gemotiveerde wijze afgebakend in het stroomgebiedbeheerplan (Figuur 7B) vb. aan de Dijle in de buurt van Leuven en aan de Molenbeek in Oosterzele (Debien *et al.*, 2012; Amery & Vandecasteele, 2015).

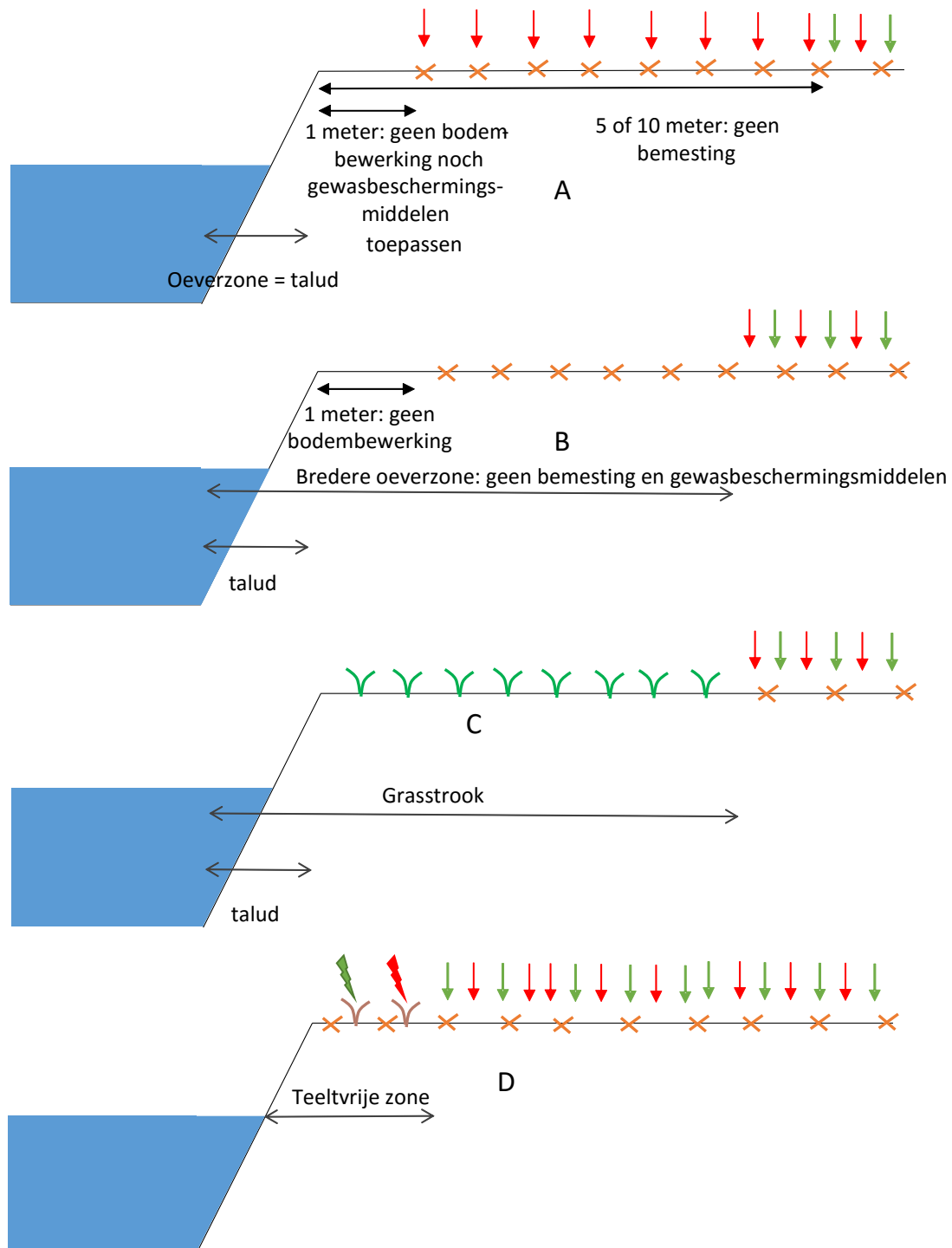
Bij een oeverzone breder dan het talud geldt dezelfde beperking voor bodembewerking als voor een talud-oeverzone: 1 m vanaf het talud. De beperking van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen is enkel verboden binnen de oeverzone zelf. Afhankelijk van de breedte van de bredere oeverzone kunnen de beperkingen dus over grotere of kleinere afstanden in vergelijking met een talud-oeverzone gelden (Figuur 7B). In het DIWB zijn deze beperkingen voor alle oppervlakte-waterlichamen van toepassing (Anonymus, 2003; Amery & Vandecasteele, 2015).

3.3 Mestdecreet versus Decreet Integraal Waterbeleid

Onder de bepalingen van het Mestdecreet en DIWB wordt de term 'bemestingsvrije strook' gebruikt waarmee de zone van 5 of 10 m aangeduid wordt waar geen bemesting toegestaan is. Voor het Mestdecreet/DIWB wordt van hetzelfde gewas in de bemestingsvrije strook als op het perceel uitgegaan. De beperkingen voor bemesting zijn licht anders geformuleerd in het Mestdecreet en het DIWB (Tabel 1). In het Mestdecreet wordt geen onderscheid gemaakt tussen oeverzones gelijk of breder dan het talud (Anonymus, 2003; 2015a; Amery & Vandecasteele, 2015). Ze komen overeen met bufferstrook type 2 en 3 in Figuur 1.

Tabel 1 Verschillen in bepalingen van bemestingsbeperking naast waterlopen in het Mestdecreet en het Decreet Integraal Waterbeleid (DIWB) (Bron: Anonymus, 2003; 2015a; Amery & Vandecasteele, 2015)

	Mestdecreet	DIWB
Oeverzone	Enkel 'bovenste rand' van waterloop of talud vermeld	Talud of verbrede oeverzone
Betrokken waterlichamen	Alle (bevaarbare en onbevaarbare) waterlopen van eerste, tweede en derde categorie	Alle waterlichamen
Breedte bemestingsvrije strook	5-10 m	5-10 m of verbrede oeverzone



Figuur 7 Beperkingen van bemesting, bodembewerking en gewasbeschermingsmiddelen voor verschillende bufferstroken:

A) Binnen het Vlaamse Decreet Integraal Waterbeleid voor een oeverzone gelijk aan het talud, zoals ook vastgelegd in het Vlaamse Mestdecreet;

B) voor een bredere oeverzone zoals omschreven in het Vlaams Decreet Integraal Waterbeleid;

C) voor grasstroken onder het Vlaamse PDPO III;

D) voor de Nederlandse teeltvrije zone.

Toegestane bodembewerking is weergegeven met een oranje kruis, toegestane gewasbeschermingsmiddelen met een rode pijl, toegestane bemesting met een groene pijl (bliksemschicht indien enkel pleksgewijs toegelaten). Gras als verplicht gewas is weergegeven met een groene V, een verplicht ander gewas of geen gewas met een bruine V (Bron: Amery & Vandecasteele, 2015).

3.4 Beheersovereenkomst

Onder het derde Vlaams Programma voor Plattelandsontwikkeling (PDPO III) kunnen vergoedingen verkregen worden voor de vrijwillige aanleg en onderhoud van (gemengde) grasstroken langs kwetsbare landschapselementen. De beheerdoelstelling perceelsrandenbeheer beoogt de bescherming van kwetsbare elementen tegen de oppervlakkige afstroming van nutriënten en de drift van gewasbeschermingsmiddelen, maar ook het leveren van nectar en pollen voor bestuivers door de aanleg van bloemstroken (functionele agrobiodiversiteit) langs kwetsbare elementen (Anonymus, 2015d). De bufferstroken in de beheersovereenkomsten behoren tot type 7 en 8 in Figuur 1.

De belangrijkste verschillen van bufferstroken in beheersovereenkomst met de bemestingsvrije strook van het Mestdecreet/DIWB zijn (Amery & Vandecasteele, 2015; Anonymus, 2015d):

- De bufferstrookoppervlakte moet voor de berekening van de bemestbare oppervlakte van de perceelsoppervlakte afgetrokken worden, zodat er in totaal minder bemest mag worden;
- Verplicht gras of een goedgekeurd mengsel;
- Beperkingen voor maaien (verplichte afvoer van maaisel om verruiging te vermijden) en klepelen;
- De strook waar gewasbeschermingsmiddelen en bodembewerkingen verboden zijn, is breder dan 1 m vanaf het talud;
- De strook waar bemesting (ook begrazing) verboden is, is breder dan 5 m vanaf het talud;
- Bodemverbeteraar is verboden;
- Andere activiteiten zijn verboden.

In de periode 2014-2018 kan de beheersovereenkomst erosie bij sommige teelten vb. wintergranen op paarse percelen met een hoog risico op erosie als één van de erosiemaatregelen toegepast worden om aan de erosieverplichtingen te voldoen maar de beheervergoeding wordt verminderd (Anonymus, 2015e; 2016b).

3.5 Ecologisch aandachtgebied bufferstrook langs waterloop

Bufferstroken gelegen op of direct aangrenzend aan landbouwpercelen kunnen meetellen als ecologisch aandachtgebied (EAG) voor zover ze gelegen zijn langs waterlopen die ingetekend zijn op de fotoplannen (volgens het Grootchalig Referentiebestand). Op de EAG bufferstrook is geen landbouwproductie toegelaten, maar de bufferstrook moet gedurende het kalenderjaar bedekt zijn (mag ingezaaid worden met een faunamengsel, een bloemenmengsel of een gewas dat niet geogst zal worden). Begrazen of maaien is toegelaten, op voorwaarde dat de bufferstrook steeds kan worden onderscheiden van het aangrenzende landbouwperceel. De EAG bufferstrook moet een minimale breedte van 5 m hebben en start aan de bovenste knik van de taludrand. De oevervegetatie wordt meegerekend als ecologisch aandachtsgebied voor zover deze zich niet verder uitstrekt dan 10 m van de bovenste knik van de taludrand. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting zijn niet toegelaten met uitzondering van de pleksgewijze bestrijding van akkerdistel en de rechtstreekse uitscheiding door de grazende dieren (Anonymus, 2016a).

4 Wettelijk verplichte bemestingsvrije stroken in het buitenland

Ook in andere landen en regio's zijn er verplichte beperkingen van bemesting rond waterlichamen, vaak in het kader van de Nitraatrichtlijn (Anonymus, 1991). De breedte van de bemestingsvrije zone varieert sterk: van 0.25 (bij gras en granen in Nederland) tot 500 m (vb. bij schaaldierproductiegebied aan de kust in Bretagne) (zie Bijlage 3). In Griekenland mag de bemestingsvrije strook bij irrigatiekanalen, grachten, bronnen en boringen tot 0.5 m beperkt zijn. Zowel in Duitsland als Estland is onder bepaalde omstandigheden een bemestingsvrije strook van 1 m toegelaten, terwijl de bemestingsvrije strook in Noord-Ierland voor minerale P meststoffen tot 1.5 m gelimiteerd mag zijn. In Engeland, Hongarije, Ierland en Wales mag de bemestingsvrije strook voor minerale meststoffen en in Noorwegen, Schotland en Zweden voor alle mestsoorten soms tot 2 m beperkt zijn. De breedte hangt af van het type bemesting (meestal breder voor dierlijke mest dan minerale meststoffen), het watertype (meestal breder voor grotere waterlichamen), de kwetsbaarheid van het gebied en/of de perceelshelling (Tabel 2). Soms is de regelgeving enkel geldig in nitraatgevoelige gebieden of daarbuiten voor landbouwers die deelnemen binnen een 'Agri-Environmental Programme' (Amery & Vandecasteele, 2015).

In Engeland, Wales en Noord-Ierland mag de bemestingsvrije strook beperkt worden bij het toepassen van precisietechnieken van dierlijke mest, terwijl in Duitsland en Oostenrijk de bemestingsvrije strook beperkt kan worden bij het toepassen van precisietechnieken van alle meststoffen (Tabel 3). In Nederland is de bemestings- of teeltvrije zone (= tussen de insteek van een oppervlaktewaterlichaam en het hart van de buitenste planten van de te telen gewassen) smal nl. 0.25 (bij gras en granen) tot 5 m (bij de teelt van in opwaartse of zijwaartse richting te bespuiten boomkwekerijgewassen). Bij de teelt van aardappelen, uien, bloembollen en -knollen in sommige gebieden en bij de teelt van aardbeien, asperges, prei, schorseneren, sla, wortelen en vaste planten, en in neerwaartse richting te bespuiten boomkwekerijgewassen hangt de breedte van de teeltvrije zone af van de toepassingsmethode van vloeibare producten of de aanwezigheid van een vanggewas of windsingel (reductie van 1.5 naar 1 m mogelijk vb. bij gebruik van veldspuitapparatuur met luchtondersteuning en tot ten minste 0.5 m indien een handmatig aangedreven handgedragen spuit gebruikt wordt). Bij ecologisch waardevolle beken is de teeltvrije zone steeds 5 m. In de teeltvrije zone (zonder gewas of ander gewas als op de rest van het perceel uitz. grasland) mogen geen meststoffen gebruikt worden, tenzij voor het pleksgewijs bemesten van een vanggewas. In de strook naast de teeltvrije zone moet gebruik gemaakt worden van een voorziening die de verspreiding van bladbemesting, korrelvormige of poeder-vormige meststoffen richting oppervlaktewaterlichaam (= bevat water tussen 1 april en 1 oktober) (Figuur 7D) verhindert om meemesten te vermijden (Anonymus, 2014). Er zijn geen extra voorwaarden voor de toediening van dierlijke mest in deze strook naast de teeltvrije zone. Volgens van Dijk *et al.* (2003) resulteert de toediening van korrelmeststoffen met kantstrooisystemen in een hoger percentage meemesten dan de breedwerpige toediening van drijfmest (zie 5.3.5).

Tabel 2 Wettelijke bemestingsvrije strook in functie van hellinggraad

Land - regio	Bemestingsvrije strook langs waterlichaam				
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
België - Vlaanderen	Alle types	5	Waterwegen van alle categorieën, kleinere grachten meestal niet	Ja	Amery & Schoumans (2014)
		10	Waterwegen in het Vlaams Ecologisch Netwerk of naast een helling > 8%	Ja	Amery & Vandecasteele (2015)
Bulgarije	Minerale mest	5 (50)	Alle oppervlaktewater in nitraatgevoelige gebieden. Indien helling meer dan 11% dan 50 m. Indien niet nitraatgevoelig 5 m geen intensieve landbouw.		Angeliri (2009)
	Dierlijke mest	5 (10)	Alle oppervlaktewater in nitraatgevoelige gebied . Indien helling meer dan 11% dan 10 m. Indien niet nitraatgevoelig 5 m geen intensieve landbouw.		
Denemarken	Alle types	10	Waterlopen en meren met oppervlakte > 100 m ² . Het bufferzonegebied kan gereduceerd worden tot 5% van de totale bedrijfslandbouwoppervlakte als de 10 m bufferzoneoppervlakte groter is dan 5%.	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		20	Waterlopen en meren met oppervlakte > 100 m ² als de helling >6°. Als de helling tussen 6° en 12° is, zijn vloeibare minerale meststoffen en mestinjectie parallel met de stroom/meer tussen 10 en 20 m van de. stroom/meer.		
Duitsland	Alle types	3 (1)	Alle waterwegen. Reductie tot 1 m indien precisietechnieken en helling < 10%. Beperking voor toedieningsmethode van 3-20 m als helling > 10%. Duitse regio's (Länder) kunnen striktere regionale standard hebben vb. 5 m buffer strip in Baden-Württemberg.	Ja	Wendland <i>et al.</i> (2012) Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Finland	N meststoffen	5 (10)	Waterlopen (10 m als helling > 2%)	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Frankrijk – Bretagne	Drijfmest	35 (10)	Waterwegen (10 m indien gras)	Ja, tenzij geregistreerd als braakliggend	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		100	Waterwegen wanneer helling > 5% (tenzij helling < 15% + houtkant: 35 m)		
		500	Viskweek		
Ierland	Organische mest of verontreinigd water	100/200	Onttrekkingspunt voor menselijke consumptie indien levering > 10 m ³ of bediening > 50 personen per dag / > 100 m ³ of > 500 personen per dag	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		25	Elk boring of bron gebruikt voor onttrekking van water voor menselijke consumptie, anders dan hierboven		
		20	Meer		
		15	Blootgestelde spelonkachtige of gekarstifieerde kalksteen		
		5	Andere waters dan hierboven		
		10	Andere waters dan hierboven, waar helling > 10%		
		10	Andere waters dan hierboven, twee weken voor en achter periodes wanneer bemesting verboden is		

Tabel 2 Wettelijke bemestingsvrije strook in functie van hellingsgraad (vervolg)

Land - regio	Bemestingsvrije strook langs waterlichaam				
	Meststof-type	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
Nieuw-Zeeland	Minerale meststoffen	5 (10)	Waterwegen opgenomen in het 'Freshwater Plan' enkel handmatige bemesting (10 m op hellende percelen).		Anonymus (2016c)
Noord-Ierland	Dierlijke mest	10	Elke waterloop waardoor water stroomt, anders dan meren, inclusief open watergebieden, open drainagesystemen .	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		3	Waterwegen naast percelen met helling < 10%, organische mest is toegepast met precisietechniek of de perceelsoppervlakte is < 1 ha en breedte < 50 m.		
Oostenrijk	Alle types	20 (10)	In de buurt van stilstaand water: in het algemeen 20 m, 10 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		Angileri & Loudjani (2012)
		5 (2.5)	In de buurt van lopend water: in het algemeen 5 m, 2.5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		
		10 (5)	In de buurt van lopend water bij steile hellingen (> 10 %): 10 m in het algemeen, 5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		
Slovenië	Alle types	5	2 ^{de} orde waterlichamen. Topografie en textuur moeten ook in rekening gebracht worden om run-off te vermijden.		Mihelič <i>et al.</i> (2006)
	Alle types	15	1 ^{ste} orde waterlichamen. Topografie en textuur moeten ook in rekening gebracht worden om run-off te vermijden.		
Tsjechië	Alle types	3	Elk waterlichaam in nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen	Nee	Skorupski <i>et al.</i> (2013)
	Vloeibare mest(stoffen) met snelle N-levering	25	Elk waterlichaam in nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen naast perceel met helling > 7°.	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Oekraïne	Alle types	25 (50)	Voor kleine rivieren en beken (tot 50 km) en meren < 3 ha. De buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		Skorupski <i>et al.</i> (2013)
		50 (100)	voor medium rivieren (lengte van 50 tot 100 km) en reservoirs en meren > 3 ha. De buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		
		100 (200)	voor grote rivieren (100 km), en reservoirs en meren op deze rivieren. De buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		

Tabel 3 Wettelijke bemestingsvrije zone in functie van toepassingsmethode

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam				
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
Engeland en Wales	Minerale meststoffen	2	Elk gecontroleerd water (inclusief waterlopen, rivieren, grachten en meren) binnen een nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
	Organische mest	10 (6)	Elk gecontroleerd water (inclusief waterlopen, rivieren, grachten en meren) binnen een nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen. Limiet van 6 m voor precisiebemesting.		
Duitsland	Alle types	3 (1)	Alle waterwegen. Reductie tot 1 m indien precisietechnieken en helling < 10%. Beperking voor toedieningsmethode van 3-20 m als helling > 10%. Duitse regio's (Länder) kunnen striktere regionale standard hebben vb. 5 m buffer strip in Baden-Württemberg.	Ja	Wendland <i>et al.</i> (2012) Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Nederland	Alle meststoffen	0.5-5	Afhankelijk van de teelt (uitz. pleksgewijze bemesting van vanggewas). Verplichting van kantstrooivoorziening bij het toedienen van minerale korrelmeststoffen. De breedte van de teeltvrije zone bij de teelt van aardappelen, uien, bloembollen en bloemknollen in sommige gebieden en bij de teelt van aardbeien, asperges, prei, schorseneren, sla, wortelen en vaste planten, en in neerwaartse richting te bespuiten boomkwekerijgewassen hangt af van de toepassingsmethode van vloeibare producten of de aanwezigheid van een vanggewas of windsingel (reductie van 1.5 naar 1 m). Indien gebruik gemaakt wordt van een handmatig aangedreven handgedragen spuit mag de teeltvrije zone tot ten minste 0.5 m verkleind worden.		Anonymus (2014)
		5	Langs ecologisch waardevolle beken		
Noord-Ierland	Dierlijke mest	10	Elke waterloop waardoor water stroomt, anders dan meren, inclusief open watergebieden, open drainagesystemen	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		3	Waterwegen naast percelen met helling < 10%, organische mest is toegepast met precisietechniek of de perceelsoppervlakte is < 1 ha en breedte < 50 m		
Oostenrijk	Alle meststoffen	20 (10)	In de buurt van stilstaand water: in het algemeen 20 m, 10 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		Angileri & Loudjani (2012)
		5 (2.5)	In de buurt van lopend water: in het algemeen 5 m, 2.5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		
		10 (5)	In de buurt van lopend water bij steile hellingen (> 10%): 10 m in het algemeen, 5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		

5 Transportwegen, processen en effecten van bufferstroken

5.1 Stikstof en fosfor in de bodem en transportwegen naar grond- en oppervlaktewater

Stikstof komt in de bodem vooral voor in opgeloste vorm of ingebouwd in bodemorganische stof (BOS), en minder op bodemdeeltjes. Het bevindt zich hoofdzakelijk in de meest mobiele, negatief geladen vorm (nl. NO_3^-), minder in positief geladen ammonium (NH_4^+) vorm, zodat N weinig op de bodem adsorbeert. Fosfor komt zowel in opgeloste vorm voor, als particulier P op bodemdeeltjes (neergeslagen, geadsorbeerd aan ijzer- (Fe), aluminium- (Al) hydroxiden, calcium (Ca), magnesium (Mg) en kleiplaatjes of ingebouwd in BOS) (Deweere & Meire, 1997; Dorioz *et al.*, 2006; Russchen *et al.*, 2011).

Er zijn verschillende transportwegen voor waterafvoer. De hoeveelheid water die van de landbouwpercelen naar het grond- en oppervlaktewater via deze transportwegen stroomt, is afhankelijk van de neerslaghoeveelheid en –patroon, de grondwaterstand, de helling van de bodem en de bodemsamenstelling. Bij niet-gedraineerde (zand)bodems komt het uitgespoelde water vooral in het grondwater terecht, terwijl bij gedraineerde (klei)bodems het grootste deel via drains in het oppervlaktewater komt. De hoeveelheid nutriënten die via de verschillende wegen getransporteerd wordt, is zodoende sterk afhankelijk van tijd, plaats en omstandigheden (Deweere & Meire, 1997; van der Welle & Decler, 2001; Parkyn, 2004).

Door erosie van bodemdeeltjes waaraan nutriënten (vnl. P) gebonden zijn, worden nutriënten via oppervlakkige afstroming over het perceelsoppervlak getransporteerd. Dit is het dominerende mechanisme en de hydrologische weg voor P-transport van akkerbouwpercelen in hellende gebieden. In vlakke gebieden is oppervlakkige afstroming echter van ondergeschikt belang. In vlakke gebieden speelt uitspoeling door het profiel de dominante rol in het nutriëntentransport richting grond- en oppervlaktewater. Dit kan leiden tot nutriëntenaanrijking van het oppervlaktewater via interflow in de onverzadigde zone en (on)diep lateraal grondwatertransport door het grondwater (Deweere & Meire, 1997; Salomez *et al.*, 2008; McDowell, 2012).

Afhankelijk van de transportweg kunnen N, P en bodemdeeltjes via verschillende processen in en op de bodem tegengehouden en eventueel verwijderd worden. De opname van nutriënten door vegetatie betekent een stockageproces. Het oogsten en afvoeren van de vegetatie zorgt voor een reductie van nutriënten in een bufferstrook. Vegetatie heeft daarnaast een positief effect op de bodemstructuur en kan de infiltratiesnelheid verhogen (Muscutt *et al.*, 1993; Deweere & Meire, 1997; van der Molen *et al.*, 1998; van der Welle & Decler, 2001; Mayer *et al.*, 2007).

5.2 Processen voor het tegenhouden en verwijderen van stikstof en fosfor in bufferstroken

De belangrijkste processen waarbij stikstof kan verwijderd worden, zijn denitrificatie, waarbij NO_3^- in anaërobie waterverzadigde omstandigheden tot stikstofgas wordt omgezet en N-opname en -afvoer door planten (Deweere & Meire, 1997).

Het vastleggen en vrijkomen van P in en uit de verschillende bodempools is een gecompliceerd proces dat afhankelijk is van tal van factoren, waarvan pH wellicht de belangrijkste is. Opgeloste P kan op de transportweg richting grond- en oppervlaktewater door adsorptie of neerslag in de bodem tegengehouden worden. Dit proces kan bevorderd worden door een langere contacttijd van de opgeloste P met de bodem, bv. door vertraging van het transporterende water. Deze geadsorbeerde of neergeslagen P kan later terug vrijkomen en alsnog in het water terechtkomen. Fosfor kan vrijkomen bij anaërobie door de reductie van Fe-(hydr)oxiden. Anaërobie is met andere woorden gunstig voor N-verwijdering, maar ongunstig voor P. Fosfor kan door P-opname en -afvoer door planten uit de bodem verwijderd worden. Particulair P, onderdeel van getransporteerde bodemdeeltjes, kan op de transportweg richting water tegengehouden worden door sedimentatie. Sedimentatie kan door een vertraging van het transporterende water door de vegetatie en ruw bodemoppervlak bevorderd worden (Deweere & Meire, 1997; Dorioz *et al.*, 2006; Russchen *et al.*, 2011).

5.3 Effecten van bufferstroken

5.3.1 Inleiding

Bufferstroken kunnen verschillende effecten hebben waardoor de toevoer van N, P en sediment naar waterlopen eventueel verminderd worden. Sommige effecten hebben geen (duidelijke) impact op de transportwegen en de processen, waardoor er niet altijd invloed van de bufferstrook op N, P en sediment is (Muscutt *et al.*, 1993; van der Welle & Decler, 2001; Amery & Vandecasteele, 2015). De effecten van bufferstroken kunnen onmiddellijk of enkele jaren na het aanleggen gerealiseerd worden. Het is zeer belangrijk dat het effect ten opzichte van een 'referentie' zonder bufferstrook bekeken wordt. Zonder referentie wordt de effectiviteit van een bufferstrook vaak overschat omdat een gewone perceelstrook ook tot een reductie van nutriënten kan leiden. Omgekeerd kan in een bufferstrook ook de uitstroom van nutriënten en sedimenten hoger zijn dan de instroom (schijnbaar negatieve effectiviteit), maar kan de werkelijke effectiviteit toch positief zijn omdat deze uitstroomverhoging nog meer uitgesproken kan zijn bij de referentie. Een andere mogelijkheid is om de situatie voor (= referentie) en na het inrichten van een bufferstrook te vergelijken (Deweere & Meire, 1997; Dosskey, 2002; van Beek *et al.*, 2007; Noij *et al.*, 2012a; b; Amery & Vandecasteele, 2015; Randall *et al.*, 2015).

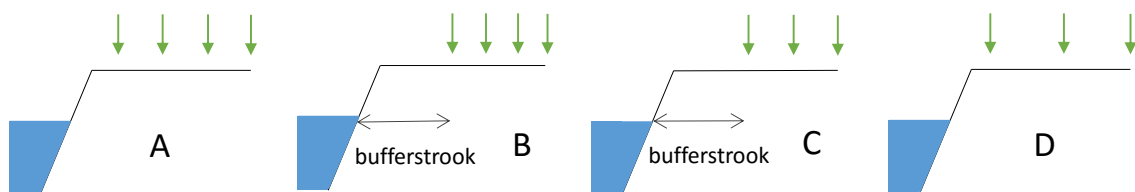
De meeste experimenten meten slechts één type van transport, wat een verkeerd beeld kan geven van de effectiviteit en totale nutriëntenafvoer van een bufferstrook (Deweere & Meire, 1997; Dorioz *et al.*, 2006; Amery & Vandecasteele, 2015; Randall *et al.*, 2015). De belangrijkste metingen in bemestingsvrije stroken zijn het bepalen van de N- en P-hoeveelheid die van de bodem naar het oppervlaktewater in de sloot gaat. Daarom moeten 2 bakken (of meer, afhankelijk van het

aantal te vergelijken situaties) geplaatst worden in de sloot(wand), die de afvoer vanaf het perceel opvangen. Daardoor kan het debiet gemeten worden en regelmatig monsters genomen worden om de N- en P-vracht te bepalen. De concentratie en de hoeveelheid afgevoerde water in een afgesloten deel van de sloot moeten frequent gemeten worden zodat ook piekladingen gemeten worden. Zodoende is er voor elke behandeling een automatische sampler noodzakelijk. Het onderzoek wordt verder ondersteund met metingen van de hoeveelheid neerslag, grondwater (concentratie en niveau), bodem en gewas. Ook moeten er dure 'tracers' gebruikt worden om in te schatten hoe lang het duurt voordat de buffers volledig werken (Noij *et al.*, 2012a; b).

5.3.2 Hoeveelheidseffect

Een deel van het perceel nl. de bufferstrook wordt niet bemest zodat de totale hoeveelheid toegediende N en P lager is (Noij *et al.*, 2012a) (scenario C ten opzichte van scenario A in Figuur 8). Moorby & Cook (1993) bemestten een grasstrook niet of tot 0.5, 2.5 en 5 m van de waterloop. Ze maten in het bodemwater op 1.5 m diep en op 0.5 en 2.5 m van de waterloop een lichte NO_3^- -toename in het bodemwater indien bemest omdat het transport enkel verticaal in de bodem plaatsvond. Op 1.75 m diep in de verzadigde zone en op 0.5 m van de waterloop werden enkel lage NO_3^- -concentraties gemeten (Moorby & Cook, 1993).

Echter niet alle percelen met bufferstroken worden minder bemest, zoals bijvoorbeeld voor de bemestingsvrije strook van het Mestdecreet/DIWB (Figuur 8B en verder in 6). De vermindering van de totale toegediende hoeveelheid N en P kan ook door de bemestingsnormen te verlagen (Figuur 8 D) (Amery & Vandecasteele, 2015).

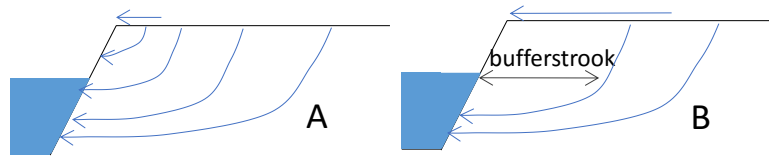


Figuur 8 Schematische voorstelling van het hoeveelheidseffect van bufferstroken: A heeft geen bufferstrook, B en C wel. In B is er echter geen hoeveelheidseffect omdat dezelfde bemesting als bij A op de rest van het perceel kan toegepast worden. Bij C wordt er wel degelijk minder bemesting toegepast. Dit kan echter ook zonder de invoering van een bufferstrook, namelijk door de bemestingsnormen aan te passen (scenario D) (Bron: Amery & Vandecasteele, 2015).

5.3.3 Verblijftijdseffect

Een bufferstrook resulteert in een langere verblijftijd van N en P omdat de afstand die het water moet afleggen van het punt van toepassing tot het oppervlaktewater vergroot (Figuur 9). Tijdens deze langere verblijftijd kunnen er meer chemische en biologische processen plaatsvinden die N en P kunnen vastleggen of verwijderen. Voor N is dit (vooral) denitrificatie, voor opgeloste P is dit adsorptie, en voor particulier P is dit vooral sedimentatie. Indien P niet extra door gewas-

afvoer verwijderd wordt, is dit enkel een tijdelijk effect. Bij artificiële drainage is er geen verblijftijdseffect van een bufferstrook (Muscutt *et al.*, 1993; Hefting & de Klein, 1998; Hefting *et al.*, 2005; Noij *et al.*, 2012a; Amery & Vandecasteele, 2015).



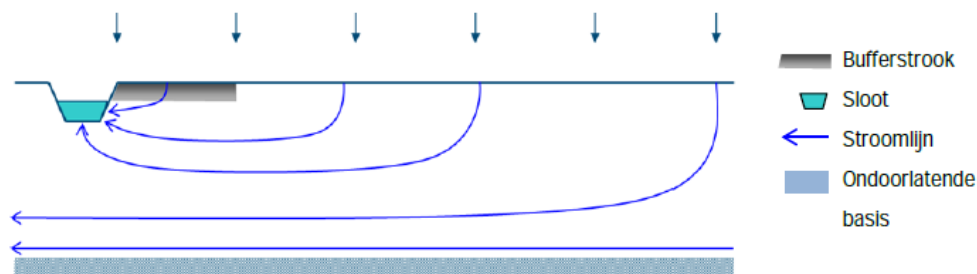
Figuur 9 Schematische voorstelling van het verblijftijdseffect van bufferstroken. Bij toepassing verder van de waterloop (B ten opzichte van A) moeten de nutriënten een grotere afstand richting waterloop afleggen waardoor de verblijftijd groter is (Bron: Amery & Vandecasteele, 2015).

5.3.4 Onderscheppingseffect

Een bufferstrook kan een onderscheppend effect hebben als ze N, P en/of sediment van buiten de bufferstrook kan tegenhouden (Figuur 10B) (Noij *et al.*, 2012a; Amery & Vandecasteele, 2015). Een bufferstrook kan effectiever zijn dan een gewone perceelstrook indien het onderscheppend vermogen groter is bv. indien er een meer vertragende vegetatie aanwezig is (bv. gras) of door een ruwer bodemoppervlak in de bufferstrook dan op het perceel. Door deze vertraging is meer denitrificatie van N en meer sedimentatie (voor particulier P) mogelijk. Voor P is sedimentatie het belangrijkste mechanisme waardoor er vooral reducties van particulier P en minder van opgeloste P wordt waargenomen (Muscutt *et al.*, 1993; Stevens & Quinton, 2009; Hoffmann *et al.*, 2009; van Herpen *et al.*, 2012; Rittenburg *et al.*, 2015.). Door de retentie van P-rijke bodemdeeltjes wordt de bovenste toplaag van een bufferstrook zonder P-afvoer echter steeds meer P-rijk (Roberts *et al.*, 2012) zodat de efficiëntie van het tegenhouden van bodemdeeltjes en sedimentgebonden P kan afnemen en bufferzones op termijn zelfs een P-bron kunnen worden (Muscutt *et al.*, 1993; Cooper *et al.*, 1995; Parkyn, 2004; Dorioz *et al.*, 2006; Schiettecatte, 2006; Irvine & Chuanigh, 2011; Debien *et al.*, 2012; Stutter & Richards, 2012). Ook de N-gehalten kunnen toenemen in de bufferstroken door plantenresten (van Herpen *et al.*, 2012). van Herpen *et al.* (2012) maten hogere N-gehalten in de 0-20 cm van 24 grasbufferstroken (ouder dan 5 jaar) dan in het akkerbouwperceel. De 24 grasbufferstroken hadden een hoger BOS en daardoor meer N (van Herpen *et al.*, 2012). Indien een bufferstrook een lage P-verzadiging of hoog fosfaatbindend vermogen (FBV) heeft, is P-adsorptie van opgeloste P mogelijk. Het is mogelijk dat door een daling van de fosfaatverzadigingsgraad een bufferstrook na jaren weglaten van P-bemesting en P-uitmijning door P-afvoer onderscheppend begint te werken (Hoffmann *et al.*, 2009; van Herpen *et al.*, 2012). De fosfaatbeschikbaarheid in de 0-20 cm van 48 Nederlandse grasbufferstroken (minstens 5 jaar aangelegd) was lager in de grasbufferstrook dan in het perceel (van Herpen *et al.*, 2012).

Het is belangrijk dat de onderschepte N en P daarbij ook uit de bufferstrook verwijderd worden, anders is het onderscheppend effect maar tijdelijk en kan de bufferstrook een N- en P-bron worden. Verwijdering is mogelijk door denitrificatie (N) en plantopname en -afvoer (N en P) (Hefting & de Klein, 1998; Hefting *et al.*, 2005; Irvine & Chuanigh, 2011; Debien *et al.*, 2012; Roberts *et al.*, 2012).

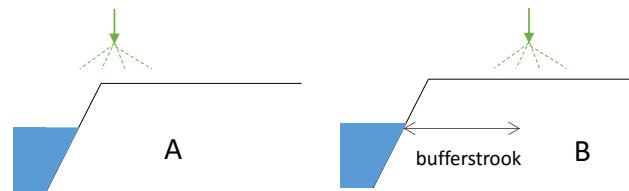
Een bufferstrook kan enkel een onderscheppingseffect vertonen indien het transporterende water door de bufferstrook passeert. Wanneer het water niet oppervlakkig via run-off of ondiep naar de bufferstrook afspoelt, maar onmiddellijk infiltreert naar dieper grondwater dat in verbinding staat met de waterloop, heeft een bufferstrook geen onderscheppingseffect. Een relatief grote oppervlakkige afvoer is te verwachten bij hellende en slecht drainerende percelen (klei) en in de winter bij percelen waar de bovenste bodemlaag waterverzadigd is. Ondiepe afvoer is mogelijk wanneer de grondwatertafel hoog is of bij een ondoorlaatbare laag op geringe diepte. Indien er artificiële drainage aangelegd is, wordt de onderscheppende werking van een bufferstrook teniet gedaan. Een hoge grondwaterspiegel kan denitrificatie ook stimuleren in een referentie zonder bufferstrook zodat er geen of beperkt effect van de bufferstrook is (Moorby & Cook, 1993; Muscutt *et al.*, 1993; Deweer & Meire, 1997; Clausen *et al.*, 2000; Parkyn, 2004; Bhattarai *et al.*, 2009; Noij *et al.*, 2012a & b; Amery & Vandecasteele, 2015).



*Figuur 10 Schematische voorstelling van het onderscheppingseffect van bufferstroken. Door de aanwezigheid van een bufferstrook kunnen N, P en bodemdeeltjes afkomstig van buiten de bufferstrook via run-off of ondiepe waterstromen tegengehouden worden (Bron: Noij *et al.*, 2012a).*

5.3.5 Beperken van meemesten

Een bufferstrook kan het direct, onbedoeld toedienen van N en P aan de waterloop nl. meemesten beperken (Figuur 11) (van Dijk *et al.*, 2003; Amery & Vandecasteele, 2015). Het meemesten bij breedwerpige toediening van dierlijke mest is beperkt, maar hangt af van de werpbreedte van de mestspreider. Bij het berekenen van de jaarlijkse hoeveelheid meemesten in Nederland rekent men dat deze afwezig is bij het toedienen van dierlijke vaste mest (Anonymus, 2015c). Bij bovengronds uitrijden van dierlijke vloeibare mest (breedwerpig met ketsplaats) komt een klein deel van de meststof in de bufferstroken terecht. Bij het injecteren van mest komt helemaal geen mest in de bufferstroken terecht (van Dijk *et al.*, 2003). Het beperkte meemesten bij bovengronds uitrijden van drijfmest ten opzichte van de breedwerpige toediening van minerale mest met een centrifugaalstrooier is mogelijk deels te verklaren door de smallere werkbreedte (respectievelijk 9 en 20 m bij drijfmest en minerale meststoffen) in de studie van van Dijk *et al.* (2003). In Vlaanderen is een emissiearme toepassing verplicht waardoor er op betaalde percelen zeer gericht en plaatselijk dierlijke mest toegediend wordt. Echter op niet-betaalde bodem mag er nog breedwerpig mest toegediend worden maar deze moet snel ingewerkt worden (Anonymus, 1999; 2006; VLM, 2015a).



Figuur 11 Schematische voorstelling van het beperken van meemesten door bufferstroken. Door het respecteren van een afstand tussen de waterloop en de bemestingsplaats (B) wordt meemesten beperkt (Bron: Amery & Vandecasteele, 2015)

Meemesten van vaste minerale meststoffen kan beperkt worden door technieken te gebruiken die de mestkorrels niet breedwerpig toepassen. Bij een centrifugaal- en pendelstrooier kan het meemesten met vaste minerale meststoffen beperkt worden door het gebruik van een kantstrooisysteem (zie 2.2). In een Nederlands onderzoek werd via opvangbakken gemeten en met modellen berekend dat met een centrifugaalstrooier die kant-af strooit (zoals in de praktijk in Nederland met kantstrooisysteem), een bemestingsvrije strook van 1.5 m nog voor 3.9% wordt bemest ten opzichte van 100% in het perceel. Voor een bemestingsvrije strook van 3.5 m is dit 2.1%. Zo komt respectievelijk 0.06 en 0.07 kg N per 100 kg toegediende N in de bemestingsvrije strook van 1.5 en 3.5 m neer indien we veronderstellen dat het perceel een vierkant is van 100 m op 100 m (= 1 ha). Omdat het strooi patroon hetzelfde is onafhankelijk van de breedte van de bemestingsvrije strook belandt dezelfde hoeveelheid N naast het perceel (= bemestingsvrije strook + waterloop) en komt er bij een smallere bemestingsvrije strook dus meer N in de waterloop terecht (respectievelijk 0.02 en 0.01 kg N per 100 kg toegediende N in de bemestingsvrije strook van 1.5 en 3.5 m). Voor kant-toe strooien is in de praktijk het meemest-probleem groter (met gebruik van kantstrooisysteem of scheefhangen van de strooier) nl. 10.1% bemesting in een bemestingsvrije strook van 1.5 m (0.15 kg N per 100 kg toegediende N) en 5.9% in een bemestingsvrije strook van 3.5 m (0.20 kg N per 100 kg toegediende N). Bij een bemestingsvrije strook van 1.5 en 3.5 m belandt er respectievelijk 0.05 en 0.01 kg N per 100 kg toegediende N in de waterloop. Het meemesten is veel beperkter voor een pneumatische strooier van minerale meststoffen die een sterker afgelijnd strooibeeld heeft (Figuur 3): 4.2% in een bemestingsvrije strook van 1.5 m en 1.8% in een bemestingsvrije strook van 3.5 m en er komt geen N in de waterloop terecht (van Dijk *et al.*, 2003). Bij het berekenen van de jaarlijkse hoeveelheid meemesten rekent men in Nederland dat het gebruik van kantstrooisystemen meemesten met 50% reduceert (Anonymus, 2015c). Bij breedwerpige toepassing van drijfmest wordt een bemestingsvrije strook van 1.5 m nog voor 1.2% bemest ten opzichte van 100% in het perceel. Voor een bemestingsvrije strook van 3.5 m is dit 0.5%. Bij beide bemestingsvrije stroken komt geen drijfmest in de waterloop terecht (van Dijk *et al.*, 2003).

Het strooien op hellingen heeft een grote invloed op het strooibeeld. Dit wordt onder andere veroorzaakt omdat de strooier scheef hangt. De volgende aandachtspunten zijn belangrijk bij het strooien op hellingen (Cool & Huyghebaert, 2014; Voet, 2014; Nutrinorm, 2015):

- Bij sommige strooiers heeft het strooien op hellingen een negatieve invloed op het strooibeeld omdat de meststoffen op een andere plaats op de strooischijf terechtkomen;
- Bij een weegstrooier is er bij hellingen het risico dat het weegsysteem niet nauwkeurig werkt indien er geen referentiesensor is die hellingen en schokken corrigeert. De oorzaak hiervan is dat bij schuin in de heuvel strooien de weegcellen van de strooier worden

beïnvloed omdat de verdeling van de meststoffen in de kuip ongelijk is. Dit kan door een ingebouwde hellingshoeksensor opgelost worden. Deze sensor zorgt dan voor een correctie;

- Bij het strooien van heuvels is het voordelig om gebruik te maken van een snelheid afhankelijk doseersysteem, omdat hierdoor slip gedetecteerd kan worden bij het bergop rijden van de helling;
- Bij kantstrooien is het vaak zo dat er schuin tegen de heuvel gestrooid wordt, er heuvelafwaarts verder gestrooid wordt dan heuvelopwaarts. Bij een hydraulische strooier kan het toerental van de schijven aangepast worden;
- Bij een perceel met hellingen moet met een beperkte werkbreedte worden gestrooid.

6 Effecten van verschillende types bufferstroken

6.1 Algemeen

De mogelijke effecten van verschillende types bufferstroken worden besproken, aan de hand van de effecten en processen hiervoor beschreven. Hierbij worden de verschillende bufferstroken bij voorkeur vergeleken met een gewone perceelstrook als referentie. Een bufferstrook kan effectiever zijn dan een gewone perceelstrook indien één of meerdere van de effecten in de bufferstrook groter is dan in de gewone perceelstrook. Dit hangt af van de lokale situatie (transportwegen afhankelijk van de geografie en hydrologie en nutriëntenhoeveelheden), type en beheer van de bufferstrook (Deweert & Meire, 1997; Dosskey, 2002; Amery & Vandecasteele, 2015).

6.2 Bemestingsvrije strook van het Mestdecreet en DIWB (type 1-4)

6.2.1 Effecten

Door het niet bemesten en oogsten van het gewas is de bodembalans in de bufferstrook kleiner dan in het perceel en kan de bemestingsvrije strook in de bewortelde zone verschrallen maar dit resulteert niet noodzakelijk in een (significant) effect op de nitraatconcentratie in de bemestingsvrije strook ten opzichte van de referentie (Noij *et al.*, 2012a; van Herpen *et al.*, 2012). Bij 6 akkerbouw- en 6 graslandpercelen was in de bovenste 20 cm de mediaan van ammoniumlactaat extraheerbare P (P-AL) in de perceelsrand lager ten opzichte van in het perceel. Het verschil tussen de perceelsrand en het perceel (gemeten bij 6 akkerbouw- en 6 graslandpercelen) was lager dan het verschil tussen de bufferstrook en het perceel (gemeten bij 48 akkerbouw- en 48 graslandpercelen) (van Herpen *et al.*, 2012). De effectiviteit van onbemeste grasstroken (maai-beheer) van 5 m werd op 5 verschillende locaties (3 grasland- en 2 maispercelen) in Nederland onderzocht. Op 3 van de 5 percelen werd na 3-4 jaar geen effectiviteit van de bemestingsvrije strook (incl. hoeveelheidseffect door verlaagde bemesting op perceelsniveau) gemeten (in vergelijking met een bemeste referentiestrook met uitzondering van de verplichte onbemeste teeltvrije zone van 25 cm bij grasland en 50 cm bij maïs). Op het veenbodempceel (grasland) werd 10-15% effectiviteit voor N gemeten. Voor P werd een hoge 57-61% effectiviteit gemeten op een graslandperceel met uitsluitend ondiepe afvoer. Algemeen werd er weinig

effectiviteit van de bemestingsvrije strook gemeten omdat de nutriënten niet door de bemestingsvrije strook passeerden (Noij *et al.*, 2012a).

Volgens een model ontwikkeld door Noij *et al.* (2012a), op basis van hun veldproeven, neemt de effectiviteit van een bemestingsvrije strook toe bij meer afspoeling of ondiepe afvoer, hogere P-toestand van de bodem, meer gewas-P-afvoer in de bemestingsvrije strook en bredere stroken.

De bemestingsvrije strook van 5 (10) m zoals momenteel toegepast in het Mestdecreet en het DIWB, heeft geen hoeveelheidseffect (1) omdat deze bufferstrookoppervlakte niet van de totale te bemesten oppervlakte afgetrokken wordt. Er kan bij deze bemestingsvrije strook, zowel bij ondiepe als diepe afvoer, een verblijftijdseffect (2) voor N zijn. Indien door deze langere verblijftijd de plant-N-opname en denitrificatie hoger is dan in de referentie zonder bufferstrook, is de bemestingsvrije strook effectief voor N. Voor P is enkel een langdurig verblijftijdseffect mogelijk bij ondiepe of oppervlakkige afvoer gevolgd door gewasopname en -afvoer. In een bemestingsvrije strook van het Mestdecreet/DIWB wordt het onderscheppend effect (3) beperkt omdat het gewas en beheer in de bemestingsvrije strook gelijk is aan de rest van het perceel. Als de fosfaatverzadigingsgraad door jarenlang minder bemesten in deze bemestingsvrije strook lager is dan in de rest van het perceel, wordt onderschepping door P-adsorptie mogelijk. De bemestingsvrije strook van 5 (10) m is zeer effectief tegen meemesten (4) (Amery & Vandecasteele, 2015).

6.2.2 Effect van breedte-aanpassing

De breedte van de bemestingsvrije strook kan een effect op de productie (zowel op vlak van kwantiteit als kwaliteit) van de geteelde akkerbouw-, voeder- en tuinbouwgewassen en de inkomsten van de landbouwer hebben. Hoe intensiever de landbouw en duurder de grond, hoe meer de breedte van de bemestingsvrije strook het inkomen van de landbouwer kan beïnvloeden. Omdat bij groenten en sierteelt bemesting een zeer belangrijke impact op de kwaliteit heeft, beïnvloedt de breedte van de bemestingsvrije strook de inkomsten van tuinders in hoge mate.

Een grotere verblijftijd kan enkel een langdurige invloed hebben indien er ondertussen denitrificatie en gewasopname (N) optreedt. Een hoge grondwatertafel kan echter denitrificatie ook stimuleren in een referentie zonder bemestingsvrije strook zodat er geen of beperkt effect van de bufferstrook is. De grondwatertafel is echter meestal niet voldoende hoog om in een hoge denitrificatie te resulteren. Voor een langdurig P-effect zal een grotere verblijftijd enkel nuttig zijn bij oppervlakkige of ondiepe afvoer gecombineerd met gewas-P-afvoer (Muscutt *et al.*, 1993; Hefting *et al.*, 2005; Debien *et al.*, 2012).

De meemestbeperking is vooral de eerste meter(s) belangrijk (zie 5.3.5). Een beperking van de 5 (10) m kan te verantwoorden zijn indien wetenschappelijk onderzoek bevestigt dat het meemesten van de waterloop voor technieken als pneumatische strooiers, centrifugaalstrooiers met specifieke kantstrooisysteem niet hoger is bij verminderen van de bemestingsafstand dan bij een breedwerpige toepassing bij bufferstroken van 5 (10) m (Amery & Vandecasteele, 2015). Aangezien

het strooien op hellingen een grote invloed op het strooibeeld heeft onder andere omdat de strooier scheef hangt, moet dit in het onderzoek naar de breedte van bemestingsvrije strook meegenomen worden.

6.3 Bufferstroken met fosforsorberende componenten (type 5)

Een mogelijkheid om P-uitloging te verminderen, is bekalken of het toevoegen aan de bodem van producten waardoor de P-sorptiecapaciteit stijgt. In het doctoraat van De Bolle (2014) werden een aantal van deze producten getest (mineralen zoals olivien, biotiet, zeolieten, gips, een gesteente bauxiet, een industrieel bijproduct, met name Fe-“sludge” en een paar specifiek gemaakte producten). Fixatie- en uitlogingsproeven tonen aan dat producten die Fe, Al of Ca bevatten potentieel hebben om P vast te leggen in fosfaatverzadigde zure zandbodems. Ook een veldproef in een zandbodem in Nederland gaf aan dat het toedienen van producten die het FBV verhogen in een strook langs het oppervlaktewater de P-verliezen reduceren. De procentuele verlaging van de verliezen hangt af van de diepte van de inwerking van het product (Schoumans *et al.*, 1995; Kronvang *et al.*, 2005; Roberts *et al.*, 2012). Uusi-Kämpä *et al.* (2012) vonden dat de toevoeging van Fe-componenten resulteerde in een duidelijke daling van het opgelost P via runoff in regenvalsimulatie experimenten. Door de verhoogde sorptiecapaciteit in de bufferstrook is het onderscheppend effect (3) voor opgeloste P immers hoger, maar dit is enkel effectief bij oppervlakkige of ondiepe afvoer. Bovendien is het effect tijdelijk omdat zonder afvoer van de gecapteerde P de P-sorberende componenten op termijn verzadigd kunnen geraken waardoor hun effect verdwijnt (Amery & Vandecasteele, 2015; Habibiandehkordi *et al.*, 2015).

Ondanks de technische oplossingen om P-bindende producten in de bodem te brengen, dienen nog een aantal socio-economische barrières onderzocht te worden (Stutter *et al.*, 2012). Het toedienen van producten aan de bodem gebeurt in de praktijk niet vaak. De belangrijkste argumenten zijn de kostprijs en de vrees voor negatieve effecten op het milieu, dierenwelzijn en opbrengst van de gewassen (Kronvang *et al.*, 2005; McDowell, 2010). Tevens dient nagegaan te worden of deze producten voldoende vrij zijn van zware metalen en hoogstens geringe P-hoeveelheden bevatten (Onderzoeks- en voorlichtingsplatform duurzame bemesting, 2014).

6.4 Beheersovereenkomst (type 6-7)

Omdat de oppervlakte van de perceelsrand van een beheersovereenkomst moet afgetrokken worden van het perceelsoppervlakte voor de berekening van de bemestbare oppervlakte, is er een hoeveelheidseffect bij perceelsranden (1). Er is enkel een langdurig verblijftijdseffect (2) indien er denitrificatie en gewasafvoer (N) optreedt, of in geval van P er oppervlakkige of ondiepe afstroming en gewasafvoer plaatsvindt. In tegenstelling tot de bemestingsvrije stroken van het Mestdecreet/DIWB kan er in de perceelsranden van een beheersovereenkomst een onderscheppingseffect (3) aanwezig zijn omdat de snelheid van het transporterende water door de grasvegetatie verlaagd kan worden. Dit is echter enkel mogelijk indien er oppervlakkige of ondiepe afvoer plaatsvindt (Muscutt *et al.*, 1993; Amery & Vandecasteele, 2015). Verschillende onderzoeken meten lagere percentages verliezen van sediment en totale P en N (Kjeldahl, NO_3^- en

NH₃) via run-off (vb. Schmitt *et al.*, 1999; Clausen *et al.*, 2000; Schiettecatte, 2006; Duchemin & Hogue, 2009; Uusi-Kämpä & Jauhiainen, 2010). In Kent (Engeland) werden er in een natte winter veel lagere NO₃⁻-concentratie in cups in de verzadigde zone van een onbemeste grasbufferstrook gemeten in vergelijking met 10 m in het akkerbouwperceel. Er werd geen verschil aan de rand en 10 m in het perceel gemeten indien de rand van het akkerbouwperceel bemest werd. Deze verschillen werden gemeten in een perceel met een ondiepe grondwatertafel waar er zowel N-opname door het gras als denitrificatie kon plaatsvinden (Moorby & Cook, 1993). In een bufferstrook van Hazelbeek en Mosbeek in Twente in Nederland (zonder referentie) werd er eveneens een veel lagere nitraatconcentratie gemeten in cups tegen de rivier ter vergelijking met cups in het maïsperceel met een ondiepe grondwatertafel (Hefting & de Klein, 1998; van der Molen *et al.*, 1998). Echter, opgeloste P-hoeveelheden namen soms af (Duchemin & Hogue, 2009) en soms toe vb. 60% bij niet-gemaaide gemengde vegetatie (10 m bufferstrook met gemaaid gras of met niet-gemaaide gemengde vegetatie gedurende 18 jaar vergeleken met een referentie met dezelfde teelt en bemesting als in het kleiperceel en hellingsgraad van 12-18% in Finland) (Uusi-Kämpä & Jauhiainen, 2010). De toename van verliezen van opgeloste P kan verklaard worden door de hoge P-gehalten in de bodemtoplaag door plantenresten in de bufferstroken (Muscutt *et al.*, 1993; Cooper *et al.*, 1995; Dorioz *et al.*, 2006). In een Canadese studie werden 5 m brede bufferstroken met gras, eventueel gecombineerd met populieren, vergeleken met een referentie met korrelmaïs op een leembodem met 3% helling (Duchemin & Hogue, 2009). Voor totaal P nam de hoeveelheid verliezen bij drainage toe met 418%, voor opgeloste P met 23%. Er waren afnames voor NH₄⁺ (8%) en NO₃⁻ (63%). In Connecticut (Verenigde Staten) werd de effectiviteit van een 30 m brede bufferstrook met gras en houtachtige planten vergeleken met een referentie maïs, en dit op een leembodem met 5% helling (Clausen *et al.*, 2000). In het grondwater nam de NO₃⁻ (35%) en NH₄⁺-concentratie (-17%) af, wellicht door minder te bemesten (hoeveelheidseffect 1), echter de totale P-concentratie nam toe in het grondwater met 122% door de aanwezigheid van de bufferstrook.

In regio's met erosie waar een onderscheppend effect belangrijk kan zijn, zijn bufferstroken één van de erosie maatregelen die toegepast kunnen worden om aan de erosieverplichtingen te voldoen (Anonymus, 2016b).

Een 6 tot 30 m brede strook is ruim voldoende voor het vermijden van meemesten (4). Geregeld maaien en afvoeren zijn zeer voordelig voor het verwijderen van nutriënten (van der Welle & Decler, 2001; Amery & Vandecasteele, 2015).

6.5 Andere bufferstroken (type 8-13)

Bloemen- en braakstroken (type 8 & 9) worden als habitat en corridor aangelegd (van der Welle & Decler, 2001; D'Haene *et al.*, 2010).

De meeste onderzoeken geven aan dat bosbufferstroken (type 10) meer efficiënt zijn in de retentie van NO₃⁻ dan grasbufferstroken. Een mogelijke verklaring is de koolstofbeschikbaarheid voor denitrificatie. Bosbufferstroken zijn minder efficiënt in de retentie van P. Het wortelstelsel van de bodem verhoogt de stabiliteit van de oevers tegen erosie (Muscutt *et al.*, 1993; Deweer &

Meire, 1997; Hefting & de Klein, 1998; Leeds-Harrison *et al.*, 1999; Hefting *et al.*, 2006; Mayer *et al.*, 2007).

Waterplanten in moerassystemen (type 11 & 12) kunnen ondergedoken in het water of op het water groeien. Vooral riet bezit een hoge N- en P-retentiecapaciteit. Een belangrijke bijdrage van de vegetatie is de opname en het leveren van koolstof ter bevordering van het denitrificatieproces. Bij gedraineerde bodems blijken begroeide bufferzones minder efficiënt maar een goede oplossing is de aanleg van een moerassysteem waarin de drains uitmonden. Een potentieel negatief effect is de emissie van distikstofoxide (N_2O) via denitrificatie (Deweert & Meire, 1997; Dhondt *et al.*, 2006). Naast een natuurwaarde en waterberging, kunnen bufferstroken waarin reliëf en/of watertoestand aangepast worden (plasberm, moerasstroken,...) ook functies hebben voor nutriënten. Het verblijftijdseffect (2) kan hier zeer uitgesproken zijn indien het water lange tijd vastgehouden wordt alvorens het in het oppervlaktewater terecht komt. Tijdens deze verlengde verblijftijd kan NO_3^- tot N_2O en N_2 omgezet worden. Indien er vegetatie aanwezig is, kunnen N en P opgenomen en afgevoerd worden. Door aanpassingen in het reliëf is er ook een duidelijk onderscheppend effect (3) mogelijk indien er oppervlakkige of ondiepe afvoer plaatsvindt. Ook hier is voor een langdurig effect gewasopname en -afvoer nodig en/of het verwijderen van opgevangen sediment. Het beperken van meemesten (4) hangt af van de breedte van de bufferstrook. Er moet uitgekeken worden voor anaërobie. Dergelijke situatie is voordelig voor N, maar kan door zuurstofgebrek in het oplossen van Fe-oxiden resulteren, wat verhoogde P-concentraties kan veroorzaken (van der Molen *et al.*, 1998; Dorioz *et al.*, 2006; Amery & Vandecasteele, 2015).

7 Besluit van onderzoeksresultaten en -noden

De breedte van de bemestingsvrije strook kan zowel een impact op het milieu als op de productie en kwaliteit van de geteelde gewassen en inkomsten van de landbouwer hebben. Hoe intensiever de landbouw, hoe meer de breedte van de bemestingsvrije strook het inkomen van de landbouwer kan beïnvloeden.

De literatuur geeft aan dat algemeen gesteld kan worden dat de bemestingsvrije strook van 5 (10) m van het Vlaamse Mestdecreet en het DIWB ten opzichte van een referentie geen hoeveelheidseffect (1) heeft omdat de oppervlakte van de bemestingsvrije strook niet van de totale te bemesten oppervlakte afgetrokken wordt. Er kan een verblijftijds- (2) en onderscheppend effect (3) zijn maar deze zijn beperkt omdat het gewas en beheer in de bemestingsvrije strook gelijk is aan de rest van het perceel. Een hoge grondwatertafel kan denitrificatie echter ook stimuleren in een referentie zonder de bemestingsvrije strook. De bemestingsvrije strook van 5 (10) m is zeer effectief tegen meemesten bij breedwerpige toediening van meststoffen (4).

De effecten van bemestingsvrije stroken kunnen onmiddellijk of na enkele jaren na het aanleggen verwezenlijkt worden. Een verblijftijdseffect is potentieel maar tijdelijk indien de nutriëntenafvoer laag is. Als de fosfaatverzadigingsgraad door jarenlang minder bemesten en P-afvoer in deze bemestingsvrije strookbufferstrook lager is dan in de rest van het perceel, is

onderschepping door P-adsorptie mogelijk. De keuze van de tijdsschaal heeft uiteraard een invloed op het uit te voeren onderzoek.

De verblijftijds- (2) en onderscheppende (3) effectiviteit van een bemestingsvrije strook van 5 (10) m van het Mestdecreet en het DIWB ten opzichte van een referentie hangt af van de lokale omstandigheden (transportwegen afhankelijk van de geografie en hydrologie en nutriënten-hoeveelheden). Voor de indirecte verliezen moet nagegaan worden in welke regio's in Vlaanderen de omstandigheden in de bodem gunstig zijn voor de afvoer van N en P via ondiep transport (en dus in verblijftijdseffect kunnen resulteren) en wat de waterkwaliteit in deze regio's is. De breedte van bufferstroken in het kader van de erosieproblematiek vallen buiten het onderzoek aangezien deze wettelijk binnen de erosieverplichtingen werden uitgewerkt. Om de verblijftijds- (2) en onderscheppend effect (3) van een bemestingsvrije strook onder lokale, vlakke omstandigheden te bepalen, is de uitgebreide proefopzet van Noij *et al.* (2012a) noodzakelijk. Omwille van de zeer hoge kostprijs en arbeidsintensiviteit van het onderzoek is het belangrijk om vooraf te bepalen of er relevante lokale omstandigheden qua geografie en hydrologie in Vlaanderen zijn met een slechte waterkwaliteit.

Voor de directe verliezen (= door meemesten) moet gekeken wat het effect is van het gebruik van precisietechnieken t.o.v. breedwerpige mestspreading. In Tabel 4 wordt het risico op meemesten bij de verschillende toepassingsmethoden ingeschat en mogelijke alternatieve toepassingsmethodes om het risico te beperken. In het onderzoek moet er gefocust worden op de toediening van minerale meststoffen. Volgens van Dijk *et al.* (2003) resulteert toediening van korrelmeststoffen met kantstrooisystemen in een hoger percentage meemesten dan de breedwerpige toediening van drijfmest. Een beperking van de bemestingsvrije strook van 5 (10) tot 1 m kan te verantwoorden zijn indien voor technieken als pneumatische strooiers, centrifugaalstrooiers met specifieke kantstrooisystemen via wetenschappelijk onderzoek aangetoond wordt dat het meemesten van de waterloop niet hoger is bij het verminderen van de bemestingsafstand ten opzichte van breedwerpige toepassing bij bemestingsvrije stroken van 5 (10) m (Figuur 12). Via monitoring moet van het spreidingspatroon van de minerale meststof het risico op het meemesten bij de verschillende machines onderzocht worden waarbij zowel het effect van het goed afstellen van de machines, de hoogte van het gewas, de hellingsgraad van het perceel als het gebruik van kantstrooisystemen onderzocht worden.

Bij het verminderen van de breedte van de bemestingsvrije strook van 5 tot 1 m stelt de vraag zich of de stabiliteit van de oever en de draagkracht van de bodem voor alle precisietechnieken, dus ook zware mestinjecteurs, voldoende hoog is. De afstand van het buitenste rijspoor tot de oever hangt echter niet enkel af van de breedte van de bemestingsvrije strook maar ook van de werkbreedte van de gebruikte machine (vb. de werkbreedte van een mestinjecteur kan 9 m zijn).

Volgens de letter van de wet mag in de bemestingsvrije strook geen bemesting terechtkomen, maar in de praktijk komen er met verschillende (huidige) technieken toch nutriënten op de bufferstrook. Een potentieel knelpunt is welke hoeveelheden er maximaal toegestaan worden en of deze bij controle geconstateerd kunnen worden. Er moet ook nagegaan worden of en onder welke weersomstandigheden er een risico is dat mest(korrels) op de bodem via runoff in de waterlopen terechtkomen. Indien ja, dan mag een beperking van de bemestingsvrije strook van 5

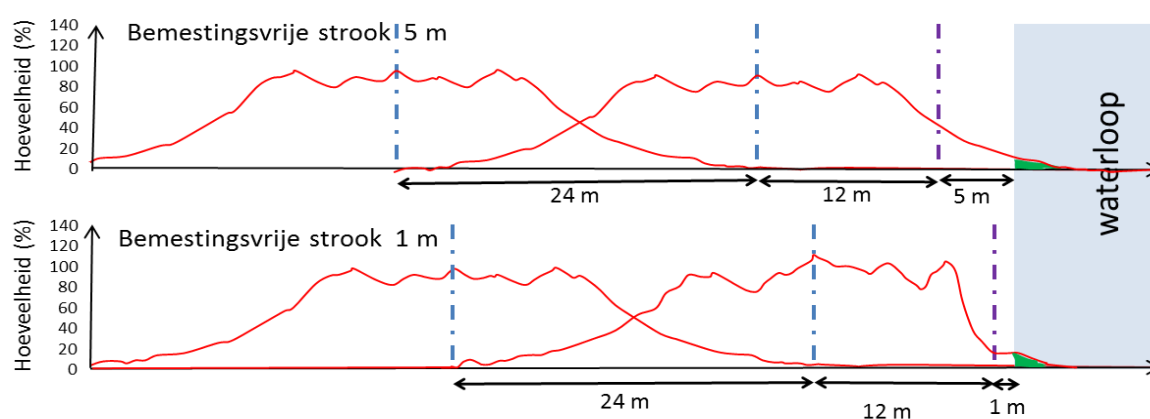
(10) tot 1 m het meemesten van de waterloop plus de relevante breedte van run-off niet hoger zijn bij het verminderen van de bemestingsafstand ten opzichte van breedwerpige toepassing bij bemestingsvrije stroken van 5 (10) m.

Samenvattend kan gesteld worden dat een onderzoek zoals door Noij *et al.* (2012a) uitgevoerd het meest waardevolle is maar dat dit binnen de beschikbare middelen van het onderzoeksplatform niet uitvoerbaar is en dat daarenboven het niet uitgesloten is dat geen éénduidige resultaten zullen bekomen worden. Dit betekent dat mogelijk onderzoek zich wellicht dient te beperken tot:

1. het oplijsten van technieken (gestaafd door reële metingen) die het al dan niet meemesten van bemestingsvrije zones (bufferstroken) of perceelsranden kwantificeren,
2. het berekenen van de financiële impact van het niet bemesten van de teelt afhankelijk van de breedte van de bemestingsvrije strook en
3. het onderzoeken op welke wijze controle en handhaving het meest efficiënt kan gebeuren.

Tabel 4 Risico op meemesten afhankelijk van mesttype en toepassingsmethode

Mesttype	Risico breedwerpig	Alternatieve toepassingsmethode	Risico alternatief
Dierlijk vloeibaar	(Laag) risico	Emissiearme toepassing	Geen risico
		Rijen-, bandbemesting, ...	Geen risico
Dierlijk vast	Laag risico	Mestspreiders met beperkte spreidingsbreedte	Zeer laag risico
Mineraal vloeibaar	Laag risico	Kantspuiten met driftarme spuitdoppen	Zeer laag risico
		Rijen-, bandbemesting, ...	Geen risico
Mineraal vast	Zeer hoog risico	Pneumatische strooier	Laag risico
		Kantstrooien maar lager effect bij helling	(Laag) risico
		Rijen-, bandbemesting, ...	Geen risico



Figuur 12 Een beperking van de bemestingsvrije strook van 5 tot 1 m kan te verantwoorden zijn indien het meemesten van de waterloop niet hoger is bij het verminderen van de bemestingsafstand d.w.z. de groene oppervlakte bij bemestingsvrije strook van 1 m kleiner of gelijk is aan de groene oppervlakte bij bemestingsvrije strook van 5 m

8 Referenties

- ADLO, 2014. Praktijkgids bemesting. Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling (ADLO), Brussel, 78 p.
- Amazonie, 2015. http://www.amazonie.net/default2009.asp?for_lang=1
- Amery, F. & Schoumans, O.F., 2014. Agricultural phosphorus legislation in Europe. Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, 45 p.
- Amery, F. & Vandecasteele, B., 2015. Wat weten we over fosfor en landbouw? Deel 3: Mogelijke maatregelen om fosforconcentraties in water te verlagen. Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO, Merelbeke, 105 p.
- Angileri, 2009. GAEC requirements for water protection. GAEC implementation after the Health Check adjustment, Dublin, 28-30 September 2009.
- Angileri, V. & Loudjani, P., 2012. Results of the GAEC workshop 2011. Vienna, 3-5 October 2011. EUR 25236 EN – 2012. Publications Office of the European Union, 25 p.
- Anonymus, 1991. Directive of the Council of 12 December 1991 concerning the protection of waters against the pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC). Official Journal of the European Communities L375, 0001-0008.
- Anonymus, 1999. Decreet tot wijziging van het decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen en tot wijziging van het decreet van 28 juni 1985 betreffende de milieuvergunning. Belgisch Staatsblad, 30967-30994.
- Anonymus, 2003. Decreet betreffende het integraal waterbeleid van 18 juli 2003. Belgisch Staatsblad, 55038-55058.
- Anonymus, 2006. Decreet houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Belgisch Staatsblad, 76368-76401.
- Anonymus, 2011a. Decreet van 22 december 2006 houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Belgisch Staatsblad, 27876-27894.
- Anonymus, 2011b. Agri-environmental measures in the Baltic Sea Region Advisory services, legislation & best practices. Baltic Deal, Riga, 144 p.
- Anonymus, 2013. Innovatieve bemestingstechnieken. Ter gelegenheid van werktuigendagen 2013 in Oudenaarde. Boerenbond en Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen (PCG), Leuven, 14 p.
- Anonymus, 2014. Activiteitenbesluit milieubeheer. <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/>
- Anonymus, 2015a. Decreet tot wijziging van het decreet van 22 december 2006 houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Belgisch Staatsblad, 47994-48029.
- Anonymus, 2015b. Maatregelen ter beperking van de verontreiniging van oppervlaktewater door gewasbeschermingsmiddelen. FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu, Brussel. <http://www.fytoweb.fgov.be/NL/doc/water%20sept%202006.htm>
- Anonymus, 2015c. Meemesten sloten. DELTARES in samenwerking met TNO, 10 p. <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Water/Factsheets/Nederlands/Meemesten%20sloten.pdf>
- Anonymus, 2015d. Ministerieel besluit van 3 april 2015 tot het verlenen van subsidies voor beheerovereenkomsten met toepassing van Verordening (EU) nr. 1305/2013 van het Europees Parlement en de Raad van 17 december 2013 inzake steun voor plattelandontwikkeling uit het Europees Landbouwfonds voor plattelandontwikkeling. Belgisch Staatsblad, 35606-35629.
- Anonymus, 2015e. Randvoorwaarden erosie: wijzigingen vanaf 2015. <http://lv.vlaanderen.be/en/node/7518>
- Anonymus, 2016a. Ecologisch aandachtsgebied. <http://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/perceelsgebonden/vergroeningspremie/ecologisch-aandachtsgebied>

- Anonymus, 2016b. Erosie in de verzamelaanvraag. <http://lv.vlaanderen.be/nl/nieuws/erosie-de-verzamelaanvraag>
- Anonymus, 2016c. Fertiliser application. <http://www.gdc.govt.nz/freshwater-plan-factsheet-fertiliser-application>
- Balana, B. B., Lago, M., Baggaley, N., Castellazzi, M., Sample, J., Stutter, M., Slee, B. & Vinten, A. 2012. Integrating economic and biophysical data in assessing cost-effectiveness of buffer strip placement. *Journal of Environmental Quality* 41, 380-388.
- Bhattacharai, R., Kalita, P.K. & Patel, M.K., 2009. Nutrient transport through a vegetative filter strip with subsurface drainage. *Journal of Environmental Management* 90, 1868-1876.
- CBAV, 2015. Handboek Bodem en Bemesting. Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt (CBAV). <http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting.htm>
- Clausen, J.C., Guillard, K., Sigmund, C.M. & Dors, K.M., 2000. Ecosystem restoration - Water quality changes from riparian buffer restoration in Connecticut. *Journal of Environmental Quality* 29, 1751-1761.
- Cool, S., 2013. Simulatie van de korrelbanen en verdeling bij kunstmeststrooiers. Thesis, Ugent, 137p.
- Cool, S. & Huyghebaert, B., 2014. Strooiertechniek staat niet stil. *Management & Techniek* 8, 20-22.
- Cooper, A.B., Smith, C.M. & Smith, M.J., 1995. Effects of riparian set-aside on soil characteristics in an agricultural landscape: Implications for nutrient transport and retention. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55, 61-67.
- Debien, A., Cuppens, A., Wyseure, G. & Gulinck, H., 2012. Toepassingskader voor bufferstroken langs waterlopen in landbouwgebied in Vlaanderen. Deel 1: Technisch-wetenschappelijke literatuurstudie. KU Leuven, Leuven, 113 p.
- De Bolle, S., 2013. Phosphate saturation and phosphate leaching of acidic sandy soils in Flanders: analysis and mitigation options. Doctoraatsthesis, UGent, Gent, 181 p.
- Deweert, A. & Meire, P., 1997. Mogelijke rol van bufferzones in de reductie van nutriëntenaanvoer naar waterlopen: een literatuurstudie. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 80 p.
- D'Haene, K., Laurijssens, G., Van Gils, B., De Blust, G. & Turkelboom, F., 2010. Agrobiodiversiteit. Een steunpilaar voor de 3^{de} generatie agromilieumaatregelen. Studie in opdracht van Afdeling Monitoring en Studie (AMS), Brussel, 216 p. <http://lv.vlaanderen.be/nlapps/docs/default.asp?id=1947>
- Dhondt, K., Boeckx, P., Verhoest, N.E.C., Hofman, G. & van Cleemput, O., 2006. Assessment of temporal and spatial variation of nitrate removal in riparian zones. *Environmental Monitoring and Assessment* 116, 197-215.
- Dorioz, J.M., Wang, D., Poulenc, J. & Trévisan, D., 2006. The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117, 4-21.
- Dosskey, M.G., 2002. Setting priorities for research on pollution reduction functions of agricultural buffers. *Environmental Management* 30, 641-650.
- Duchemin, M. & Hogue, R., 2009. Reduction in agricultural non-point source pollution in the first year following establishment of an integrated grass/tree filter strip system in southern Quebec (Canada). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131, 85-97.
- Dworak, T., Berglund, M., Grandmougin, B., Mattheiss, V. & Holen, S.N., 2009. International review on payment schemes for wet buffer strips and other types of wet zones along privately owned land for RWS-Waterdienst. Ecologic Institute, Berlin/Wien, 40 p.
- Habibiandehkordi, R., Quinton, J.N. & Surridge, B.W.J., 2015. Can industrial by-products enhance phosphorus retention within vegetated buffer strips? *European Journal of Soil Science* 66, 42-52.
- Hefting, M.M. & de Klein, J.J.M., 1998. Nitrogen removal in buffer strips along a lowland stream in the Netherlands: a pilot study. *Environmental Pollution* 102(S1), 521-526.

- Hefting, M.M., Clement, J.-C., Bienkowski, P., Dowrick, D., Guenat, C., Butturini, A., Topa, S., Pinay, G. & Verhoeven, J.T.A., 2005. The role of vegetation and litter in the nitrogen dynamics of riparian buffer zones in Europe. *Ecological Engineering* 24, 465-482.
- Hefting, M., Beltman, B., Karssenberg, D., Rebel, K., van Riessen, M. & Spijker, M., 2006. Water quality dynamics and hydrology in nitrate loaded riparian zones in the Netherlands. *Environmental Pollution* 39, 143-156.
- Hofman, G., Van Meirvenne, M. & Demyttenaere P. 1992. Toediening van N-meststoffen in de rij: potentiële voordelen. *Landbouwtijdschrift* 45, 341-353.
- Hoffmann, C.C., Kjaergaard, C., Uusi-Kamppa, J., Hansen, H.C.B. & Kronvang, B., 2009. Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. *Journal of Environmental Quality* 38, 1942-1955.
- Irvine, K. & Chuanigh, E.N., 2011. Management strategies for the protection of high status water bodies. A literature review. STRIVE Report, Environmental Protection Agency, 110 p.
- Kronvang, B., Bechmann, M., Lundekvam, H., Behrendt, H., Rubæk, G.H., Schoumans, O.F., Syversen, N., Andersen, H.E. & Hoffmann, C.C., 2005. Phosphorus losses from agricultural areas in river basins: effects and uncertainties of targeted mitigation measures. *Journal of Environmental Quality* 34, 2129–2144.
- Lawrence, H.G. & Yule, I.J., 2007. Estimation of the infield variation of fertilizer application. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50, 25-32.
- Leeds-Harrison, P.B., Quinton, J.N., Walker, M.J., Sanders, C.L. & Harrod, T., 1999. Grassed buffer strips for the control of nitrate leaching to surface waters in headwater catchments. *Ecological Engineering* 12, 299–313.
- Mayer, P.M., Reynolds, S. K. Jr., McCutchen, M.D. & Canfield, T.J., 2007. Meta-Analysis of nitrogen removal in riparian buffers. *Journal of Environmental Quality* 36, 1172-1180.
- Marquering, J. & Scheufler, B., 2006. Mineral fertilising on field borders. *Landtechnik* 61, 16-17.
- McDowell, R.W., 2012. Minimising phosphorus losses from the soil matrix. *Current Opinion in Biotechnology* 23, 860-865.
- Mihelič, R., Sušin, J., Jagodic, A. & Leskošek, M., 2006. Slovene guidelines for expert based fertilization in a light of cross compliance rules. *Acta Agriculturae Slovenica*, 109–119.
- Minaraad, 2015. Advies MAP5. Minaraad, Brussel, 43 p.
- Moorby, H. & Cook, H.F., 1993. The use of fertilizer-free buffer strips to protect dyke flora from nitrate pollution, on Walland Marsh S.S.S.I. National Rivers Authority project F1(90)16F, University of Londen, Londen, 58 p.
- Muscutt, A.D., Harris, G.L., Bailey, S.W. & Davies, D.B., 1993. Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 45, 59-77.
- Noij, I.G.A.M., Heinen, M. & Groenendijk, P., 2012a. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands. Final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Alterra, Wageningen, 147 p.
- Noij, I.G.A.M., Heinen, M., Heesmans, H.I.M., Thissen, J.T.N.M. & Groenendijk, P., 2012b. Effectiveness of unfertilized buffer strips for reducing nitrogen loads from agricultural lowland to surface waters. *Journal of Environmental Quality* 41, 322–333.
- Nutrinorm, 2015. Toepassing vloeibare meststoffen. <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/strooien/machine/toepassing-vloeibare-meststoffen#.Vd2GNqNCS72>
- Onderzoeks- en voorlichtingsplatform duurzame bemesting, 2014. Onderzoeksresultaten en -noden in het kader van de fosforproblematiek in de landbouw gelinkt aan de waterkwaliteitsdoelstellingen. Onderzoeks- en voorlichtingsplatform duurzame bemesting, Merelbeke, 26 p.
- Onderzoeks- en voorlichtingsplatform Duurzame bemesting, 2015. Visietekst 'Onderzoeksnoden in het kader van de nutriëntenproblematiek in de landbouw gelinkt aan de waterkwaliteitsdoelstellingen van MAP V'. Onderzoeks- en voorlichtingsplatform duurzame bemesting, Merelbeke, 6 p.

- Parish, R.L., 1997. Spreader pattern uniformity at field ends. *Applied Engineering in Agriculture* 13, 577-581.
- Parkyn, S., 2004. Review of riparian buffer zone effectiveness. MAF Technical Paper No: 2004/05, 31 p.
- Randall, N.P., Donnison, L.M., Lewis, P.J. & James, K.L., 2015. How effective are on-farm mitigation measures for delivering an improved water environment? A systematic map. *Environmental Evidence* 4(18), 1-15.
- Rittenburg, R.A., Squires, A.L., Boll, J., Brooks, E.S., Easton, Z.M. & Steenhuis, T.S., 2015. Agricultural BMP effectiveness and dominant hydrological flow paths: concepts and a review. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 1-25.
- Roberts, W.M., Stutter, M.I. & Haygarth, P.M., 2012. Phosphorus retention and remobilization in vegetated buffer strips: a review. *Journal of Environmental Quality* 41, 389-399.
- Russchen, H.J., Wander, J. & Malda, J.T., 2011. Benutting van fosfaat in landbouwgronden "Hoe kan het aanwezige fosfaat in akkerbouwgronden worden vrijgemaakt voor benutting door het gewas?" Masterplan MineralenManagement, Den Haag, 60 p.
- Salomez, J., De Bolle, S., Hofman, G. & De Neve, S., 2008. Afbakening van de fosfaatverzadigde gebieden in Vlaanderen op basis van een kritische fosfaatverzadigingsgraad van 35%. Finaal rapport – deel 2, kennislacunes. UGent, Gent, 21 p.
- Schauwer, A., Rauch, N., Marquering, J. & von Chappuis, A., 2003. European Standard for solid fertilizer distributors. *Landtechnik* 58, 102-103.
- Schiettecatte, W., 2006. Assessment of sediment and phosphorus transport from laboratory to watershed scale. Doctoraatsthesis, UGent, Gent, 214 p.
- Schmitt, T.J., Dosskey, M.G. & Hoagland, K.D., 1999. Filter strip performance and processes for different vegetation, widths, and contaminants. *Journal of Environmental Quality* 28, 1479-1489.
- Schoumans, O.F., Kruijne, R. & van der Molen, D.T., 1995. Vermindering fosfaautuitspoeling; mogelijkheden bij fosfaatverzadigde gronden. *Landschap* 12(6), 63-73.
- Skorupski, J., Bankauskaite, R., Butze-Ruhnstierne, H., Gabrielsson, E., Hrytsyshyn, P., Kalach, A., Kalnina, E., Kotkas, M., Liepa, I., Merisaar, M., Norén, G., Ovcharenko, V. & Schmiedel, J., 2013. Report on industrial livestock farming in the Baltic Sea Region – Environmental protection context. Coalition Clean Baltic (CCB), Uppsala, 63 p.
- Stevens, C.J. & Quinton, J.N., 2009. Diffuse pollution swapping in arable agricultural systems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 39, 478-520.
- Stutter, M.I. & Richards, S., 2012. Relationships between soil physicochemical, microbiological properties, and nutrient release in buffer soils compared to field soils. *Journal of Environmental Quality* 41, 400-409.
- Stutter, M.I., Chardon, W.J. & Kronvang, B., 2012. Riparian buffer strips as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: Introduction. *Journal of Environmental Quality* 41, 297-303.
- Sulky, 2015. http://www.turunkonekeskus.fi/media/tiedostot/esitteet/sulky_x1244_gb.pdf
- Uusi-Kämppeä, J. & Jauhiainen, L., 2010. Long-term monitoring of buffer zone efficiency under different cultivation techniques in boreal conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137, 75-85.
- Uusi-Kämppeä, J., Turtola, E., Närvänen, A., Jauhiainen, L. & Uusitalo, R., 2012. Phosphorus mitigation during springtime runoff by amendments applied to grassed soil. *Journal of Environmental Quality* 41, 420-426.
- van Beek, C.L., Heinen, M. & Clevering, O.A., 2007. Reduced nitrate concentrations in shallow ground water under a non-fertilised grass buffer strip. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 79, 81-91.
- van der Molen, D.T., Kruijne, R. & Uunk, E.J.B., 1998. Verwijdering van stikstof en fosfor door bufferstroken langs de Mosbeek. *Stromingen* 4(2), 27-39.
- van der Welle, J. & Decler, K., 2001. Bufferzones: natuurlijke oeverzones en bufferstroken voor herstel van onbevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Brussel, 147 p.

- van Dijk, W., Clevering, O., van der Schans, D., van de Zande, J., Porskamp, H., Heinen, M., Smidt, R. & Merkelbach, R., 2003. Effecten bufferstroken op de kwaliteit van oppervlaktewater in Noord-Brabant. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO), Wageningen, 47 p.
- Vangeyte, J., Hijazi, B. & Cool, S., 2013. Camera's voorspellen strooipatronen. Management & Techniek 13, 41-43.
- van Herpen, F.C.J., Rozemeijer, J., van der Grift, B., 2012. Bufferstroken in Noord-Brabant. Resultaten nutriëntenonderzoek 2012. Royal Haskoning en Deltares, 's-Hertogenbosch, 15 p.
- Van Liedekerke, P., Tijskens, E., Bravo, C. & Ramon, H., 2008. Study of the granular fertilizers and the centrifugal spreader using Discrete Element Method (DEM) simulations. Landwards e-Xtra 63(2), 8 p.
- van Well, 2014. Brochure editie melkveehouderij. Schoon, zuinig en precies bemesten. <http://schoon-zuinig-precies-bemesten.nl/uploads/images/Bestanden/PDFs/Brochure12053-melkvee-webnov2014.pdf>
- VLM, 2015a. Aanwenden van mest. Vlaamse Landmaatschappij (VLM), Brussel. <https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/bemesting/aanwenden-van-mest/Paginas/default.aspx>
- VLM, 2015b. Bemestingstechnieken voor minerale bemesting. Vlaamse Landmaatschappij (VLM), Brussel, 4 p.
- VLM, 2015c. Bemestingstechnieken voor organische bemesting. Vlaamse Landmaatschappij (VLM), Brussel, 4 p.
- Voet, J., 2014. Invloeden van strooierinstellingen op het strooibeeld en validatie van de modelleringsmethode voor het bepalen van het strooibeeld. Thesis, Ugent, Gent, 100 p.
- Wendland, M., Diepolder, M. & Capriel, P., 2012. Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 97 p. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031924/>

Bijlage 1: Bemestingstechnieken

Bemestingstechnieken van organische mest

- Bemestingstechnieken van vloeibare organische mest

Bij *breedwerpige* toediening van vloeibare organische mest wordt vanuit de stroomopening van een tankwagen tegen een ketsplaat gespoten waarna het in een brede waaier over de bodem of het gewas wordt verspreid. Wanneer dierlijke mest oppervlakkig gespreid wordt, vervluchtigt een belangrijke hoeveelheid $\text{NH}_3\text{-N}$ en kan voor geurhinder zorgen. Ammoniak draagt in belangrijke mate bij tot het verzurend karakter van de neerslag (VLM, 2015a; b). Vollevelds-bespuiting met grove regendoppen wordt gebruikt voor de pure toediening van spuiwater, zowel over het gewas heen (bv. granen, grasland) als tijdens de voorbereidende veldwerkzaamheden. Als de pH van het spuiwater aan de lage kant is, kan dit verbranding bij de gewassen veroorzaken, vooral bij zonnig, droog weer (ADLO, 2014).

Er zijn verschillende machines om vloeibare dierlijke mest *emissiearm* toe te dienen. Ze verschillen in diepte waarin de mest in de bodem wordt gebracht. Bij mestinjectie in grasland wordt de mest met ganzevoeten 12 tot 18 cm diep in de bodem gebracht (sleufafstand 50 cm). Bij akkerland wordt de mest met een mestinjector zonder ganzevoeten in de bodem gebracht tot een diepte van 5 tot 10 cm. Bij zode-injectie wordt de mest 5 tot 10 cm diep in sleuven in de bodem gebracht, waarna de sleuf dichtgerold wordt (sleufafstand 15 tot 30 cm). Bij een sleepvoetbemester wordt mest in smalle stroken (max. 5 cm breed) op de bodem gelegd waarbij het gras opzij wordt gedrukt. Een sleufkouter bestaat uit elementen waarmee het gras wordt opgelicht of zijdelings wordt weggedrukt en de bodem wordt ingesneden om zo de mest in sleuven in de bodem te brengen (sleufafstand 20 cm). De diepte van de sleuf is afhankelijk van de hardheid van de bodem en de afstelling van de machine. De breedte van de meststroken bij een sleefslangenmachine is 5 tot 10 cm (slangenafstand 30 cm) (VLM, 2015a, c). De injectiewielen van een spaaakwielbemester prikken om de 15-20 cm in de bodem. Aan de bemester zitten wieltjes met injectiepunten die op talloze plekken in de zode een computergestuurde dosis meststof afgeven. De mest wordt direct bij de wortels (ca. 5 cm diep) toegediend, wat onder droge omstandigheden een voorsprong op de groei en minimale verliezen geeft (van Well, 2014).

Voor spuiwater is de spaaakwielbemester een emissiearme methode dat in Nederland succesvol wordt toegepast. Ook een sleepvoetbemester blijkt zeer geschikt om met spuiwater aan de slag te gaan (ADLO, 2014).

Bij het inwerken van mest wordt de mest na het uitspreiden door de bodem bedekt, ofwel intensief met de bodem vermengd, zodat de mest niet langer als zodanig op de grondoppervlakte ligt (VLM, 2015a).

- Bemestingstechnieken van vaste organische mest

Onder vaste organische mest verstaan we enerzijds dierlijke mest gemengd met strooisel (stalmest, kippenmest, champost, ...) en anderzijds andere meststoffen zoals gft- en groencompost en schuimaarde. Afhankelijk van het gewenste spreidingsbeeld worden andere spreidingstechnieken

toegepast: mestverspreiders met horizontale molens (spreidingsbreedte 2,5 m), mestverspreiders met verticale molens (spreidingsbreedte 7 tot 10 m) en meststrooier met horizontale freeswalsen en strooitafel (spreidingsbreedte 18 tot 24 m). Mestverspreiders met verticale molens of horizontale freeswalsen en strooitafel zijn naast stal mest ook geschikt voor compost en schuimaarde (VLM, 2015c).

Bemestingstechnieken van minerale meststoffen

- Bemestingstechnieken van vaste minerale meststoffen

Breedwerpige toediening van vaste minerale meststoffen gebeurt met centrifugaal-, pendel- of pneumatische strooiers.

Een centrifugaalstrooier of schijvenstrooier (Figuur 13) is uitgerust met één of twee strooischijven voorzien van schoepen. Bij centrifugaalstrooiers hangen de werkbreedte en strooi-regelmaat af van de rotatiesnelheid van de schijf; lengte, vorm en hoogte-instelling van de schijf en juiste instelling van de schoepen, plaats waar de korrel op de schijf terechtkomt (doseerpositie) en plaats en afmetingen van de uitstroomopening. Kantstrooien met een centrifugaalstrooier kan met een kantstrooisysteem (Nutrinorm, 2015; VLM, 2015b). Afwijkingen van het gewenste strooibeeld kunnen verschillende oorzaken hebben: de bestuurder, de eigenschappen van de minerale meststoffen, de instellingen van de machine en externe omstandigheden, zoals oneffenheden van het perceel of wind (Vangeyte *et al.*, 2013). Het effect van de wind is afhankelijk van de windsnelheid en -richting, maar de dosering en de variabiliteit op het strooibeeld blijken bij windsnelheden van 2 tot 4 m per seconde niet sterk beïnvloed te zijn (Cool, 2013).

Een pendelstrooier beschikt over een pijp die horizontaal heen en weer beweegt. De strooi-breedte is beperkt en afhankelijk van de pijplengte, de aandrijfsnelheid en de lengte van de slag. Deze strooier is weinig windgevoelig (Nutrinorm, 2015; VLM, 2015b). Door de beperkte strooi-breedte wordt de pendelstrooier niet vaak meer gebruikt (Cool & Huyghebaert, 2014).

Net als de pendelstrooier kan de pneumatische strooier meststoffen van mindere kwaliteit zeer nauwkeurig strooien. Daarnaast is een pneumatische strooier onafhankelijk van wind- en weersomstandigheden en hellingen en kan zeer precies kantstrooien. Een pneumatische strooier heeft in tegenstelling tot een centrifugaal- en pendelstrooier een vaste strooi- en werkbreedte (Nutrinorm, 2015). Bij een pneumatische strooier worden de korrels versneld via de luchtstroom in de verdeelboom die lijkt op de spuitboom bij spuitmachines. De korrels ondergaan voornamelijk een neerwaartse beweging in de lucht, waardoor dit type vooral voor poeder-vormige meststoffen geschikt is om drift te reduceren (Cool & Huyghebaert, 2014).

Band- of rijnbemesting van vaste minerale meststoffen kan door de meststof door buizen of slangen te leiden (Anonymus, 2013).



Figuur 13 Centrifugaal- (links boven), pendel- (rechts boven) (Bron: Cool, 2013) en pneumatische strooier (onder) (Bron: Nutrinorm, 2015)

- Bemestingstechnieken van vloeibare minerale meststoffen

Stikstofbemesting in vloeibare vorm is mogelijk met bv. urean als basis- of bijbemesting. Hierbij wordt meestal een spuittoestel gebruikt dat is uitgerust met speciale meststofdooppen (VLM, 2015b). Bij het spuiten van vloeibare meststoffen kan de perceelsrand zeer precies worden bemest.

Rijenbemesting van vloeibare minerale meststoffen kan via (sleep)slangen en eventueel (sleuf)kouter (Anonymus, 2013). De slangenpomp wordt ook gebruikt voor rijenbemesting met spuiwater. Met de slangenpomp kunnen tijdens diverse werkgangen (planten, zaaien, aanaarden, schoffelen) vloeibare meststoffen in rijen worden gedoseerd (ADLO, 2014).

Bijlage 2: Wettelijke verplichtingen voor emissiearme toepassing in Vlaanderen

Het is in Vlaanderen wettelijk verplicht om dierlijke mest en andere meststoffen emissiearm als volgt op te brengen (Anonymus, 1999; 2006; VLM, 2015a):

- 1 op grasland met zode-injectie, sleepslangtechniek of sleufkouter;
- 2 op beteelde landbouwgronden die geen grasland zijn, met mestinjectie of sleepslangtechniek;
- 3 op niet-beteelde landbouwgronden met mestinjectie of met het in 2 opeenvolgende werkgangen uitspreiden en inwerken van de mest, waarbij de mest binnen 2 uur na het uitspreiden moet zijn ingewerkt op het perceel in kwestie. Op zaterdagen is het verplicht om de dierlijke mest onmiddellijk in te werken.

Volgende meststoffen moeten binnen 24 uur na de opbrenging ingewerkt:

- 1 andere meststoffen die arm zijn aan ammoniakale stikstof ($\text{NH}_3\text{-N}$);
- 2 de champost die arm is aan $\text{NH}_3\text{-N}$;
- 3 de stalmest die arm is aan $\text{NH}_3\text{-N}$.

Mest is arm aan $\text{NH}_3\text{-N}$ indien het gehalte aan $\text{NH}_3\text{-N}$ lager is dan 20% van het totale N-gehalte van de meststof.

Volgende meststoffen moeten niet emissiearm toegepast worden:

- 1 spuistroom;
- 2 groenten-, fruit- en tuinafval- (gft) of groencompost;
- 3 stalmest of champost die:
 - a) op grasland opgebracht wordt;
 - b) voor bepaalde houtige teelten gebruikt wordt;
 - c) in het voorjaar op percelen met wintergranen opgebracht wordt;
- 4 effluënten van be- of verwerking van dierlijke mest met laag gehalte aan $\text{NH}_3\text{-N}$ ($< 1 \text{ kg NH}_3\text{-N}/1000 \text{ kg}$ of liter) (mits attest van Mestbank);
- 5 minerale meststoffen (uitz. bij hellingen).

Op steile hellingen (hellingsgraad $>8\%$) moeten de meststoffen op volgende wijze op of in de bodem gebracht worden (Anonymus, 1999; 2006; VLM, 2015a):

- Op beteelde hellingen moeten dierlijke mest of vloeibare andere meststoffen toegediend worden door middel van injectie;
- Op niet-beteelde hellingen:
 - moet dierlijke mest toegediend worden door mestinjectie of directe onderwerking in één werkgang;
 - moeten minerale en andere meststoffen na toediening direct ondergewerkt worden (in één werkgang). Voor minerale en andere meststoffen in vaste vorm volstaat onderwerking binnen het uur na aanwending;
- Op percelen met een gemiddeld stijgingspercentage van meer dan 15% is het opbrengen van meststoffen verboden uitgezonderd via beweiding.

Bijlage 3: Wettelijk verplichte bemestingsvrije stroken

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam			Begrazing toegestaan?	Referentie
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam		
America – Noord-Carolina	Alle types	8	Bergachtige regio's		Irvine & Chuanigh (2011)
		15	In hoog risico gebieden		
België – Vlaanderen	Alle types	5	Waterwegen van alle categorieën, kleinere grachten meestal niet	Ja	Amery & Schoumans (2014)
		10	Waterwegen in het Vlaams Ecologisch Netwerk of naast een helling > 8%	Ja	Amery & Vandecasteele (2015)
België - Wallonië	Mest	6	Waterwegen	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Bulgarije	Minerale mest	5 (50)	Alle oppervlaktewater in nitraatgevoelige gebied. Indien helling meer dan 11% dan 50 m. Indien niet nitraatgevoelig 5 m geen intensieve landbouw.		Angeliri (2009)
	Dierlijke mest	5 (10)	Alle oppervlaktewater in nitraatgevoelige gebied . Indien helling meer dan 11% dan 10 m. Indien niet nitraatgevoelig 5 m geen intensieve landbouw.		
Denemarken	Alle types	10	Waterlopen en meren met oppervlakte > 100 m ² . De bufferzone kan gereduceerd worden tot 5% van de totale bedrijfslandbouwoppervlakte als het 10 m bufferzoneoppervlak groter is dan 5%.	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		20	Waterlopen en meren met oppervlakte > 100 m ² als de helling > 6°. Als de hellingtussen 6° en 12° is, zijn vloeibare minerale meststoffen en mestinjectie parallel met de stroom/meer tussen 10 en 20m van de. stroom/meer.		
Duitsland	Alle types	3 (1)	Alle waterwegen. Reductie tot 1 m indien precisietechnieken en helling < 10%. Beperking voor toedieningsmethode van 3-20 m als helling > 10%. Duitse regio's (Laender) kunnen striktere regionale standard hebben vb. 5 m buffer strip in Baden-Württemberg.	Ja	Wendland <i>et al.</i> (2012) Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Engeland en Wales	Minerale meststoffen	2	Elk gecontroleerd water (inclusief waterlopen, rivieren, grachten en meren) binnen een nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
	Organische mest	10 (6)	Elk gecontroleerd water (inclusief waterlopen, rivieren, grachten en meren) binnen een nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen. Limiet van 6 m voor precisiebemesting.		
Estland	Alle types	1	Waterlopen met bekken < 10 km ²	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
		10	Andere meren, rivieren, stromen, bronnen en kanalen		
		20	Baltische Zee en de twee grootste meren (Peipsi en Võrtsjärv)		

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam					
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie	
Finland	N meststoffen	5 (10)	Waterlopen (10 m als helling > 2%)	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)	
	Alle types	1	Belangrijke grachten (geen normen maar advies, wordt door 95% van de landbouwers gevolgd)			
		3	Beken, waterlopen, rivieren, meren, zee en bronnen voor huishoudelijk gebruik (geen normen maar advies, wordt door 95% van de landbouwers gevolgd)			
Frankrijk – Bretagne	Minerale meststoffen	5	Alle waterwegen en condities	Ja, tenzij geregistreerd als braakliggend	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)	
	Vaste & gecomposteerde mest	35 (10)	Waterwegen (10 m indien een grasbufferstrook)			
		35 (10)	100			Waterwegen wanneer helling > 5% (tenzij helling <15% + houtkant: 35 m)
			500			Viskweek
	Alle dierlijke mest	50	Wateronttrekkingspunt voor menselijke consumptie			
		200	Zwemwater, strand			
		500	Schaaldierproductiegebied (kust)			
Griekenland	Alle types	0,5	Irrigatiekanalen, grachten, bronnen en boringen	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)	
		5	Rivieren, stromen, meren			
Hongarije	Minerale meststoffen	2	Oppervlaktewater in nitraatgevoelig gebied	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)	
	Dierlijke mest	20	Meren in nitraatgevoelig gebied			
		5	Ander oppervlaktewater in nitraatgevoelig gebied (3 als perceelsbreedte ≤ 50 m en perceelsoppervlakte ≤ 1 ha)			
		25	Bronnen in nitraatgevoelig gebied			
Ierland	Minerale meststof	2	Alle wateroppervlakken	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)	
	Organische mest of verontreinigd water	100/200	Onttrekkingspunt voor menselijke consumptie indien levering > 10 m ³ of bediening > 50 personen per dag / > 100 m ³ of > 500 personen per dag			
		25	Elk boring of bron gebruikt voor onttrekking van water voor menselijke consumptie, anders dan hierboven			
		20	Meer			
		15	Blootgestelde spelonkachtige of gekarstifieerde kalksteen			
		5	Andere waters dan hierboven			
		10	Andere waters dan hierboven, waar helling > 10%			
		10	Andere waters dan hierboven, twee weken voor en achter periodes wanneer bemesting verboden is			

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam				
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
Italië	Vaste mest	5	Waterwegen milieukundig niet belangrijk in nitraatgevoelige regio		Angeliri (2009)
		10	Waterwegen milieukundig belangrijk n nitraatgevoelige regio		
		25	Meren, zee en drasland in nitraatgevoelige regio		
	Drijfmest	10	Waterwegen in nitraatgevoelige regio		
		30	Meren, zee en drasland in nitraatgevoelige regio		
Letland	Meststoffen	10 en meer	Alle rivieren met lengte > 10 km, meren met oppervlakte > 10 ha. Exacte breedte van de bufferzone hangt af van het belang van het oppervlaktewater (bv. Daugava rivier: 500 m). Breedte van bufferzones voor grondwateronttrekking kunnen vastgesteld worden volgens lokale condities.	Ja	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
Litouwen	Alle types	2.5-500	Subsidies afhankelijk van riviertype		Anonymus (2011b)
Luxemburg	Organische meststof	10	Alle waterwegen	Ja	Amery & Vandecasteele (2015)
		50	Boringen en bronnen		
Malta	Alle types	5	Alle zoetwater		Angeliri (2009)
	Dierlijke mest	100	Kust		
Nederland	Alle meststoffen	0.5-5	Afhankelijk van de teelt (uitz. pleksgewijze bemesting van vanggewas). Verplichting van kantstrooivoorziening bij het toedienen van minerale korrelmeststoffen. De breedte van de teeltvrije zone bij de teelt van aardappelen, uien, bloembollen en bloemknollen in sommige gebieden en bij de teelt van aardbeien, asperges, prei, schorseneren, sla, wortelen en vaste planten, en in neerwaartse richting te bespuiten boomkwekerijgewassen hangt af van de toepassingsmethode van vloeibare producten of de aanwezigheid van een vanggewas (reductie van 1.5 naar 1 m). Indien gebruik gemaakt wordt van een handmatig aangedreven handgedragen spuit mag de teeltvrije zone tot ten minste 0.5 m verkleind worden.		Anonymus (2014)
		5	Langs ecologisch waardevolle beken		
Nieuw-Zeeland	Minerale meststoffen	5 (10)	Waterwegen opgenomen in het 'Freshwater Plan' enkel handmatige bemesting (10 m op hellende percelen).		Anonymus (2016b)
Noorwegen	Alle types	2	Elke waterloop. Twee meter is verplicht, subsidies voor 8-10 m (afhankelijk van regio en jaar).	Ja	Dworak <i>et al.</i> (2009)) Amery & Vandecasteele (2015)

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam				
	Meststof-type	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
Noord-Ierland	Minerale P meststoffen	1.5	Elke waterloop waardoor water stroomt	Ja	Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
	Dierlijke mest	20	Meren		
		50	Boring of bron		
		250	Onttrekkingspunt voor menselijke waterconsumptie		
		15	Blootgestelde spelonkachtige of gekarstifieerde kalksteen		
		10	Elke waterloop waardoor water stroomt, anders dan meren, inclusief open watergebieden, open drainagesystemen .		
		3	Waterwegen naast percelen met helling < 10%, organische mest is toegepast met precisietechniek of de perceelsoppervlakte is < 1 ha en breedte < 50 m.		
Oostenrijk	Alle types	20 (10)	In de buurt van stilstaand water: in het algemeen 20 m, 10 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		Angileri & Loudjani (2012)
		5 (2.5)	In de buurt van lopend water: in het algemeen 5 m, 2.5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		
		10 (5)	In de buurt van lopend water bij steile hellingen (> 10%): 10 m in het algemeen, 5 m bij het gebruik van precisiebemestingstechnieken		
Polen	Alle types behalve drijfmest	5	Meren en reservoirs < 50 ha, waterlopen, grachten (< 5 m breedte), kanalen. Gerelateerd aan directe betaling voor landbouwers.	Ja	Amery & Vandecasteele (2015)
	Drijfmest	10			
	Alle types	20	Meren en reservoirs > 50 ha, waterbeschermingsgebieden, kust (Baltische Zee). Gerelateerd aan directe betaling voor landbouwers.		
	Alle types	2-5	Subsidies voor bufferzones langs waterlopen		
Schotland	Alle types	2	Bij akkerbouwperceel aan rivier of meer	Ja	Dworak <i>et al.</i> (2009) Balana <i>et al.</i> (2012)
		12-24	In het kader van agromilieumaatregelen		
Slovenië	Alle types	5	2 ^{de} orde waterlichamen. Topografie en textuur moeten ook in rekening gebracht worden om run-off te vermijden.		Mihelič <i>et al.</i> (2006)
	Alle types	15	1 ^{ste} orde waterlichamen. Topografie en textuur moeten ook in rekening gebracht worden om run-off te vermijden.		
Tsjechië	Alle types	3	Elk waterlichaam in nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen	Nee	Skorupski <i>et al.</i> (2013) Amery & Schoumans (2014) Amery & Vandecasteele (2015)
	Vloeibare mest(stoffen) met snelle N-levering	25	Elk waterlichaam in nitraatgevoelig gebied of onder agromilieumaatregelen naast perceel met helling > 7°	Ja	
Oekraïne	Alle types	25 (50)	Voor kleine rivieren en beken (tot 50 km) en meren < 3 ha. De Buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		Skorupski <i>et al.</i> (2013)
		50 (100)	voor medium rivieren (lengte van 50 tot 100 km) en reservoirs en meren > 3 ha. De Buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		
		100 (200)	voor grote rivieren (100 km), en reservoirs en meren op deze rivieren. De Buffer wordt verdubbeld in kustbeschermingszones indien helling > 3°.		

Land - regio	Bemestingsvrije bufferstrook langs waterlichaam				
	Meststoftype	Afstand (m)	Waar / type waterlichaam	Begrazing toegestaan?	Referentie
Zweden	Alle types	2	Langs waterlopen in nitraatgevoelige gebieden		Dworak <i>et al.</i> (2009) Skorupski <i>et al.</i> (2013)
		6-20	In het kader van agromilieumaatregelen		
Zwitserland	Alle types	3	Alle waterlichamen		Dworak <i>et al.</i> (2009)