



---

## Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets

Koos Verloop, Maaïke van Agtmaal, Wim Bussink, Nick van Eekeren,  
Piet Groenendijk, Stefan Jansen, Gert-Jan Noij, Marleen Zanen



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

---

---

# Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets

Koos Verloop<sup>1</sup>, Maaïke van Agtmaal<sup>2</sup>, Wim Bussink<sup>3</sup>, Nick van Eekeren<sup>2</sup>, Piet Groenendijk<sup>4</sup>, Stefan Jansen<sup>5</sup>,  
Gert-Jan Noij<sup>1</sup>, Marleen Zanen<sup>2</sup>

1 Wageningen Plant Research

2 Louis Bolk Instituut

3 Nutriënten Management Instituut

4 Wageningen Environmental Research

5 Deltares

Dit onderzoek is uitgevoerd door een consortium van vijf instellingen, met Stichting Wageningen Research (WR),  
business unit Agrosysteemkunde als penvoerder, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van  
Infrastructuur en Waterstaat.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen  
University en de Stichting Wageningen Research

Wageningen, oktober 2018

---

Rapport WPR-842

---

Verloop, J, Van Agtmaal, M., Bussink, W., Van Eekeren, N., Groenendijk, P., Jansen, S., Noij, G.J. en Zanen, M., 2018. *Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets*. Wageningen, Wageningen Research, Rapport WPR-842. 133 blz.; 3 fig.; 9 tab.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/464011>

Vanuit het Bestuurlijk Overleg Open Teelt en Veehouderij (BOOT) is de zogenaamde BOOT-lijst opgesteld met maatregelen die emissie naar water vanuit landbouwbedrijven verlagen. De praktijkrijpe maatregelen worden via het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) verder uitgerold. Factsheets over 24 van de maatregelen geven inzicht in het productievoordeel, het milieuvoordeel en de kosten en in de praktische inpasbaarheid. Dit rapport voorziet in achtergrondinformatie en onderbouwing van de factsheets en geeft aan in hoeverre er consensus is over de gepresenteerde inzichten. Bij veel maatregelen is er behoefte aan versterking van de empirische onderbouwing. Adviezen over te nemen maatregelen kunnen aan overtuigingskracht winnen als resultaten van veldonderzoek beschikbaar zijn. Een aantal maatregelen heeft betrekking op verandering van bodemaspecten (zoals het bodem organische stofgehalte) zonder dat de relatie van deze doelen met waterkwaliteit voldoende duidelijk is uitgewerkt. De effectiviteit van deze maatregelen op uiteindelijke waterkwaliteitsdoelen moet scherper in het vizier komen.

Trefwoorden: Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW), maatregelen, BOOT-lijst, factsheet

© 2018 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-842

Foto omslag: Onderzaai van Italiaans raaigras tussen de maïsrij, Bron: De Marke, G.J. Hilhorst.

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2 Aanpak en verantwoording</b>	<b>13</b>
2.1 Doel	13
2.2 Definitie van het product; wat verstaan we onder een factsheet?	13
2.3 Aanpak	13
2.4 Effecten van milieu- en productievoordelen en kosten	14
<b>3 Achtergrondinformatie bij de factsheets</b>	<b>17</b>
3.1 Handleiding factsheets	17
3.2 Breng uw waterbeheer in beeld	17
3.3 Ken uw bodem	18
3.4 Plan uw bemesting vooruit	20
3.5 Landgebruik met gras en maïs	20
3.6 Verleng de leeftijd van grasland	22
3.7 Droge bufferstroken	24
3.8 Natte bufferstroken	26
3.9 Verwijdering van nitraat en fosfaat uit drainagewater	27
3.10 Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ maart	28
3.11 Realiseer optimale stikstofwerking in uw mest	31
3.12 Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe	33
3.13 Afstemmen N-kunstmestgift in melkveehouderij op mineralisatie	35
3.14 Drempels in ruggenteelt	39
3.15 Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	41
3.16 Grondbewerking ongelijke en hellende percelen	43
3.17 Verdiep de beworteling van grasland	46
3.18 Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	47
3.19 Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)	48
3.20 Inzet van compost en organische mest	50
3.21 Zaai een goed vanggewas	51
3.22 Bodembedekking	52
3.23 Spaar mest uit in maïs op scheurland	52
3.24 Mest verdunnen met water bij aanwending	53
<b>4 Discussie</b>	<b>55</b>
4.1 Samenvatting van maatregelen	55
4.2 Maatregelen op de BOOT-lijst	57
4.3 Randvoorwaarden voor opvolging	59
4.4 Omgaan met onzekerheden	59
4.5 Kennishiaten	60
4.6 Mogelijkheid voor effectschatting met rekenmodellen	61
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>65</b>

---

<b>Bijlage 1</b>	<b>Factsheets</b>	<b>67</b>
<b>Bijlage II</b>	<b>Praktijkdeskundigen betrokken bij review van factsheets</b>	<b>133</b>

---

# Woord vooraf

Onder de titel "Factsheets maatregelen BOOT-lijst" heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat opdracht verleend aan de Stichting Wageningen Research (Wageningen Plant Research; Business Unit Agrosystems Research) tot het uitvoeren van een project waarin zoveel als mogelijk eenduidige informatie over maatregelen wordt samengevat in factsheets. De factsheets moeten zo concreet mogelijk aangeven wat een agrariër kan doen voor het verbeteren van de waterkwaliteit. De samenwerkende instellingen (Wageningen Plant Research, Wageningen Environmental Research, Nutriënten Management Instituut, Louis Bolk Instituut en Deltares) zijn voor dit project een samenwerkingsovereenkomst aangegaan.

Per factsheet is de tekst samengesteld door een hoofdauteur. Een andere partner uit het consortium heeft de tekst gereviewed en aangevuld. Het resulterende concept is getoetst door een panel van eindgebruikers.

Gezien de aard en het doel van de factsheets was er behoefte aan een achtergrondrapport met aanvullende informatie uit de literatuur en overwegingen over de implementatie in de praktijk en de robuustheid en onzekerheid van de te verwachten effecten. Het onderhavige rapport geeft invulling aan deze behoefte.

De auteurs bedanken het panel van eindgebruikers voor hun commentaar op en suggesties bij de conceptversies van de factsheets, te weten: Gerjan Hilhorst, Tim van Noord, Zwier van der Vegte, Mark Pijnenborg, Jan van Middelaar, Albert Jan Bos, Rien Klippel, Jan Broos, Henry van den Akker, Sjef Krijns, Harm Wientjes, Herman Krebbers, Coen Hagoort, gebroeders Koopman, Durk Oosterhoff en Frank Verhoeven. Vanuit het Ministerie van I&W is het project begeleid door dhr. Servaas Damen en door dhr. Wilbert van Zeventer. Ook zij worden bedankt voor hun suggesties.

Wageningen, oktober 2018

De auteurs.





# Samenvatting

Vanuit het Bestuurlijk Overleg Open Teelt en Veehouderij (BOOT) is de zogenaamde BOOT-lijst opgesteld met maatregelen die de emissie naar water vanuit landbouwbedrijven tegengaan. De lijst bevat praktijkrijpe maatregelen, met als doel om deze via het DAW verder uit te rollen. In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zijn factsheets gemaakt met zoveel als mogelijk eenduidige informatie over 24 maatregelen. Dit rapport beschrijft de aanpak van het opstellen van de factsheets en geeft achtergrondinformatie bij de factsheets. Deze informatie heeft betrekking op de implementatie in de praktijk, de robuustheid van de maatregelen, de eenduidigheid van wetenschappelijke onderbouwing en onzekerheden van effecten. De factsheets voorzien in een schatting van het productievoordeel, het milieuvoordeel en de kosten. Deze schattingen zijn in dit rapport gecontroleerd op consistentie en evenwichtigheid. Dit resulteert in het overzicht weergegeven in tabel 1.

**Tabel 1** Effecten en kosten van de in factsheets beschreven maatregelen

Factsheet	Effect		
	Productie voordeel	Milieu voordeel	Kosten
<b>Plannen</b>			
1	Handleiding factsheets <sup>2)</sup>		
2	Breng uw waterbeheer in beeld <sup>2)</sup>		
3	Ken uw bodem <sup>2)</sup>		
4	++	++	0
5	++	+	0
<b>Handelen</b>			
6	+	+	0
7	-	++	+++
8	-	++	+++
9A	0	++	+++
9B	0	++(+)	+++
10	--	+	+
11	+	+	0/+++
12	++	++	0
13	0	+	0/+
14	0	++	++
15	-/0	++	+
16	0	++	+
17	+	+	0
18	+	+	0/+
19	++	+	0/+
20	+	+	0/+
21	+	+	+
22	-/+	++	0/+
23	++	++	0
24	+	+	++

<sup>1)</sup> Betekenis van codes voor het productievoordeel en het milieuvoordeel: -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief;

Betekenis van codes voor kosten: 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog.

<sup>2)</sup> Deze maatregelen zijn voorwaardenschepend. De effecten hangen af van de vervolgacties.

<sup>3)</sup> Afhankelijk van het soort onderzoek, veldbodemkundig onderzoek of bodemconditiecheck.

---

Op basis van de uitwerkingen in de factsheets kan geconcludeerd worden dat er bij veel maatregelen behoefte is aan versterking van de empirische onderbouwing. Adviezen over maatregelen kunnen aan overtuigingskracht winnen als resultaten van veldonderzoek beschikbaar zijn. Geadviseerd wordt om de drie belangrijkste maatregelen in de BOOT-lijst nader te onderzoeken. Voer zo mogelijk een monitoring uit waarbij de effectiviteit wordt beoordeeld ten opzichte van een duidelijk gedefinieerde referentie/nulobject. Een proactief communicatie beleid met op gezette tijden herinneringen aan maatregelen die op dat moment relevant zijn, kan bijdragen aan de opvolging van aanbevelingen in de praktijk.

Het verdient aanbeveling om na afloop van een zekere periode waarin gewerkt is met de 24 factsheets te evalueren of de factsheets aan de communicatiedoelstellingen voldoen. Een aantal maatregelen heeft betrekking op verandering van bodemaspecten (zoals het bodem organische stofgehalte) zonder dat de relatie van deze doelen met waterkwaliteit voldoende duidelijk is uitgewerkt. De effectiviteit van deze maatregelen op uiteindelijke waterkwaliteitsdoelen moet scherper in het vizier komen.

---

# 1 Inleiding

## **Achtergrond**

De waterkwaliteit is in grote delen van het land de afgelopen jaren duidelijk verbeterd, maar onvoldoende om alle doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) te halen en de ambities waar te maken. Daarom hebben overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen op 16 november 2016 de Intentieverklaring Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater getekend. De prioriteiten zijn nutriënten en mest, gewasbeschermingsmiddelen en medicijnresten in water.

In de intentieverklaring zijn ook acties opgenomen over het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW). Het DAW richt zich op het oplossen van knelpunten in het waterbeheer met vrijwillig maatwerk. Dat betreft niet alleen waterkwaliteit (o.a. nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen), maar ook het voorkomen van wateroverlast of het beter benutten van schaars zoetwater onder droge omstandigheden.

Vanuit het Bestuurlijk Overleg Open Teelt en Veehouderij (BOOT) is de zogenaamde BOOT-lijst met emissie reducerende maatregelen naar water vanuit landbouwbedrijven opgesteld. Deze lijst bevat praktijkrijpe maatregelen, met als doel om deze via het DAW verder uit te rollen. In het kader van DAW is de lijst bijgewerkt en uitgebreid van 40 tot 98 maatregelen (zie DAW jaarverslag 2017), op basis van gesprekken met deskundigen van WEnR (Wageningen Environmental Research: WEnR, voorheen Alterra), Louis Bolk Instituut, Nutriënten Management Instituut (NMI), Deltares, de vakgroepen akkerbouw en veeteelt van LTO, de ministeries van IenW en EZ, Aeres Hogeschool, brancheorganisatie Cumela, enkele provincies en waterschappen en de Unie van Waterschappen. Enkele maatregelen van de lijst met 40 maatregelen zijn niet meer opgenomen in de nieuwe lijst met 98 maatregelen. De BOOT-lijst is 7 juni 2018 in het Bestuurlijk Overleg Open Teelt (BOOT) vastgesteld, en gepubliceerd op de website agrarischwaterbeheer.nl (<http://agrarischwaterbeheer.nl/document/boot-lijst-maatregelen-agrarisch-waterbeheer>). In het (nabije) verleden zijn veel projecten uitgevoerd, slechts enkele hiervan kunnen informatie aanleveren over de werking en de effectiviteit voor waterkwaliteit van maatregelen. Bij de uitvoering van projecten wordt slechts zelden de referentiesituatie vastgelegd en metingen verricht om de effectiviteit vast te stellen.

## **Dit rapport**

Het doel van de factsheets en het begeleidende rapport is om zo veel mogelijk éénduidige informatie over genoemde maatregelen bij elkaar te brengen en samen te vatten. De factsheets moeten zo concreet mogelijk aangeven wat een agrariër kan doen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. De primaire doelgroep is dus de agrarisch ondernemer, maar de factsheets zijn ook bedoeld om de dialoog tussen waterbeheerder en agrariër te faciliteren. De factsheets maken duidelijk over welke effecten consensus bestaat bij experts, en waarover nog inhoudelijke discussie bestaat.

Daarnaast moeten de factsheets kunnen dienen als naslagwerk voor informatie over maatregelen; informatie over maatregelen moet door middel van trefwoorden met een zoekstelsel of in een afwegingssysteem opgezocht kunnen worden.

## **Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 kunt u lezen hoe te werk is gegaan bij het maken van de factsheets. In hoofdstuk 3 vindt u achtergrondinformatie bij elke factsheet. Hierin is aangegeven in welke mate de auteurs consensus hebben bereikt over de inhoud van de factsheets, welke kennislaten er zijn, is de visie van de auteurs verwoord over de inpasbaarheid in de bedrijfspraktijk en is aangegeven met welke andere maatregelen een factsheet verband houdt. In hoofdstuk 4 volgt een discussie over de factsheets in het algemeen en in hoofdstuk 5 is een aantal conclusies weergegeven.



---

## 2 Aanpak en verantwoording

### 2.1 Doel

De BOOT-lijst bevat een opsomming van een groot aantal maatregelen waarvan men verwacht dat ze een verminderende werking hebben op de belasting van het oppervlaktewater met stikstof, fosfor en gewasbeschermingsmiddelen. Deze BOOT-lijst wordt actief ingezet in DAW-projecten om agrariërs en erfbetreders bewust te maken van mogelijkheden om een bijdrage te leveren aan de verbetering van de waterkwaliteit. Voor dit doel is compacte informatie nodig over hoe een maatregel uitgevoerd kan worden, wat eventuele kosten of baten van een maatregel zijn en welk effect een maatregel op de waterkwaliteit kan hebben. Een nevendoeel van de factsheets is om de dialoog tussen agrariërs en waterbeheerders te faciliteren. Ook voor dit doel is er behoefte aan éénduidige informatie over maatregelen.

### 2.2 Definitie van het product; wat verstaan we onder een factsheet?

In het kader van deze opdracht is gewerkt vanuit een visie op wat we verstaan onder een factsheet. We zien een factsheet als:

1. Een compacte weergave van gegevens over een afgebakend onderwerp,
2. waarbij sleutelbegrippen worden benadrukt door een overzichtelijke structuur en
3. waarbij de inhoud verdedigbaar en onderbouwd is.

De onderbouwing is geborgd door:

1. Gebruik van resultaten van empirisch onderzoek.
2. Logica en verdedigbare redentie.
3. Toetsen van de inhoud binnen en buiten het consortium.

De inzichten in de factsheets kunnen dus gezien worden als wetenschappelijk gefundeerde inzichten, wat niet betekent dat de inhoud van de factsheets louter bestaat uit wetenschappelijk vaststaande feiten.

### 2.3 Aanpak

Elke factsheet is opgesteld door twee auteurs, waarbij telkens één van de twee het voortouw nam bij het schrijven en de mede auteur als tegenlezer commentaar en tekstsuggesties inbracht. Factsheets waarover bredere intervisie nodig was, zijn besproken met het gehele consortium. Waar nodig zijn ook experts buiten het consortium benaderd.

De factsheets zijn in twee tranches opgesteld. Na oplevering van de eerste tranche werden de concepten eerst integraal binnen het gehele schrijversteam besproken en vervolgens gezamenlijk met de opdrachtgevers. In deze laatste bijeenkomst werd vooral aandacht besteed aan de communicatieve kracht van de factsheets. Op deze bijeenkomst werd de opbouw van de factsheets bepaald:

1. Pakkende en duidelijke titel, liefst geformuleerd als concrete actie.
2. Een beschrijving van de inhoud van de factsheet in twee zinnen, direct gevolgd door een samenvattende tabel die het productievoordeel, het milieuvoordeel en de kosten weergeeft.
3. Een uitvoerige beschrijving aan de hand van een vaste hoofdstukindeling met verwijzing naar voor de praktijk toegankelijke informatiebronnen.
4. Eventuele verdere verantwoording op te nemen in een achtergrond rapport (dit rapport).

---

Na afronding van de concepten werden deze ter consultatie aan praktijkexperts (veelal adviseurs, enkele veehouders/akkerbouwers, Bijlage II) voorgelegd voor commentaar. De commentaren van deze consultatie zijn verwerkt in de eindversie.

## 2.4 Effecten van milieu- en productievoordelen en kosten

De effecten van maatregelen op de productie van gewassen (hoeveelheid en kwaliteit) en op het milieu (waterkwaliteit, waterkwantiteit en bodemkwaliteit) worden indien mogelijk kwantitatief uitgedrukt en vervolgens gewaardeerd volgens een uniforme afweging opgebouwd uit -/0/+ tekens. Ook de kosten worden zoveel mogelijk concreet aangegeven.

Bij productievoordeel gaat het om een toename van de hoeveelheid geoogst product en/of de kwaliteit van het product. Het milieuvoordeel is: i) een reductie van de belasting van het milieu door een veehouderijbedrijf of akkerbouwbedrijf door verlaging van het overschot (kg N per ha of kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha), ii) een reductie van de emissie naar het milieu (kg N per ha of kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) of iii) het verminderen van de gevoeligheid van het veehouderijbedrijf of akkerbouwbedrijf voor verliezen (bijvoorbeeld door verhogen van de bodemkwaliteit).

Bij het waarden van productievoordeel en milieuvoordeel is een schaal gehanteerd die loopt van -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, tot ++ = sterk positief. Bij ranking van kosten is een schaal gehanteerd die loopt van 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, tot +++ = hoog. Het productievoordeel en milieuvoordeel zijn beide niet volgens een van tevoren bepaalde rekenregel bepaald in die zin dat een aanduiding '+' of '++' niet exact is afgebakend op basis van een tevoren aangegeven effect op de milieubelasting (kg per ha minder milieubelasting) of op opbrengst (kg per ha meer of minder opbrengst). Voor de kosten van maatregelen zijn hiervoor wel exacte grenzen gebruikt. De kosten hebben betrekking op meerkosten ten opzichte van de kosten van het opvolgen van regelgeving. De kosten zijn gewaardeerd op basis van kosten per ha, volgens de indeling: 0 = geen kosten, + = 0-25 € per ha per jaar, ++ = 25-75 € per ha per jaar, en +++ > 75 € per ha per jaar. Bij deze indeling is ook meegewogen welke kosten op bedrijfsniveau ontstaan als areaal gebonden kosten (dus kosten per ha) over het volledige bedrijfsareaal worden toegepast (de kosten op bedrijfsniveau zijn dan te berekenen als de kosten per ha vermenigvuldigd met het bedrijfsareaal). Volgens deze benadering bedragen de totale kosten die corresponderen met een + bij een bedrijfsareaal van 40 ha dus maximaal 1000 € per jaar. Eenmalige investeringen zijn op basis van afschrijving in tien jaar en onderhoudskosten zijn teruggerekend naar jaarkosten. Investeringen die niet hectare gebonden zijn, zijn omgerekend naar jaarkosten per ha. Hierbij is uitgegaan van een bedrijfsareaal van 40 ha.

De waardering is onvermijdelijk subjectief. Er is naar gestreefd om tot een ranking te komen die 'geloofwaardig subjectief' en dus redelijk is.

Van 24 maatregelen zijn factsheets gevraagd (Tabel 2). Enkele factsheets zijn wat strategischer van aard; het overgrote deel is gericht op specifieke maatregelen. De strategische factsheets verwijzen naar verschillende operationele maatregelen die een onderdeel kunnen vormen van een aangepaste bedrijfsstrategie. Een aantal clusters van samenhangende maatregelen, worden in één factsheet beschreven.

**Tabel 2** Factsheets bij BOOT-lijst waarvoor een update van informatie wordt gevraagd

Nummer	Onderwerp	Nr in BOOT-lijst
1	Handleiding factsheets	vervangt 1
2	Breng uw waterbeheer in beeld	6
3	Ken uw bodem	9
4	Plan uw bemesting vooruit	10
5	Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs	14
6	Verleng de leeftijd van grasland	21
7	Droge bufferstroken	36
8	Natte bufferstroken	38
9A	Verwijdering van nitraat uit drainagewater	41
9B	Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	
10	Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ maart	50, 51, 52, 53
11	Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	54, 55, 56
12	Pas minder uitspoelinggevoelige minerale N-meststoffen toe	62
13	Stem de bemesting af op de N-mineralisatie	64
14	Breng drempels aan in ruggenteelt	74
15	Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	75
16	Bewerk de grond langs hoogtelijnen	80, 85, 76
17	Verdiep de beworteling van grasland	81, 82, 83, 84
18	Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	81, 82, 83, 84
19	Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)	89, 93
20	Inzet van compost en organische mest	87, 88, 89, 90
21	Zaai een goed vanggewas	91, 92, 93, 94
22	Bodembedekking	91, 92, 93, 94
23	Spaar mest uit in maïs op scheurland	<sup>1)</sup>
24	Verdun drijfmest bij uitrijden	<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Nog niet in BOOT-lijst, toegevoegd in overleg met opdrachtgever





---

## 3 Achtergrondinformatie bij de factsheets

### 3.1 Handleiding factsheets

Deze factsheet heeft het karakter van een handleiding en bevat geen voor deze rapportage relevante achtergrondinformatie.

### 3.2 Breng uw waterbeheer in beeld

#### 3.2.1 Informatiebronnen

Er is veel technische kennis over de diverse aspecten van water in relatie tot plantaardige productie. Maar over het onderwerp van deze factsheet, het systematisch aanpakken van het thema water op een melkvee- of een akkerbouwbedrijf, is nog weinig literatuur verschenen. Er zijn wel instrumenten in ontwikkeling. Over de voortgang daarvan wordt regelmatig verslag gedaan op internetsites. Daarom is verwezen naar de belangrijkste internetsites waar regelmatig wordt gepubliceerd over dit onderwerp:

Aequator heeft een protocol ontwikkeld voor het opstellen van een bedrijfsbodem en –waterplan:

<https://www.aequator.nl/wp-content/uploads/2017/05/Bedrijfswaterplan-Aequator.pdf>

De Agriwijzer biedt scans aan van onder andere het erf voor akkerbouw en melkveehouderij:

<https://www.agriwijzer.nl/>

De BedrijfsWaterWijzer is gratis online te benaderen:

<https://webapplicaties.wur.nl/Software/BedrijfsWaterWijzer/Home/Index>

Website van Koeien & Kansen: <https://www.koeienenkansen.nl/nl/koeien-kansen-1/Water-1.htm>

ZLTO heeft een bedrijfswaterplan ontwikkeld die specifiek gericht is op optimaliseren van beregening:

<https://www.zlto.nl/bedrijfswaterplan>

#### 3.2.2 Consensus

Over dit onderwerp zijn nauwelijks verschillen van inzicht naar voren gekomen. De auteurs hebben wel stevig moeten nadenken over de vraag of de factsheet zich zou moeten richten op concrete instrumenten die het bedrijfswaterbeheer kunnen ondersteunen of dat de factsheet meer in het algemeen zou moeten aangeven hoe je het waterbeheer planmatig kunt aanpakken, zonder daarbij verder te verwijzen naar specifieke tools. Bij de invulling is ervoor gekozen om: i) het belang, de functie en de mogelijke opzet van een bedrijfswaterplan goed weer te geven en ii) de mogelijkheid te bieden voor verdere oriëntatie door te verwijzen naar concrete tools.

#### 3.2.3 Kennishiaten

- Het instrument voor een bedrijfswaterplan in de melkveehouderij is nog niet uitontwikkeld. Voor de akkerbouw is nog geen instrument ontwikkeld voor een integraal bedrijfswaterplan, laat staan voor het scoren van de bedrijfswaterprestatie.
- Voor diverse maatregelen in het kader van water zijn de financiële voordelen voor de ondernemer nog niet goed bekend. Veel maatregelen zouden in aanmerking kunnen komen voor vergoeding of diverse vormen van subsidie. Hierover is nog veel onbekend.
- De landbouw staat voor de uitdaging om te scoren op diverse thema's, zoals ammoniakemissie, biodiversiteit, broeikasgasemissie, gebruik van fossiele energie, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en antibiotica. Voor al deze thema's (claims) worden apart indicatoren

---

ontwikkeld. De integratie van deze claims is nog nauwelijks tot stand gekomen. Het is dus onduidelijk wat het betekent om te voldoen aan verschillende claims tegelijk.

### 3.2.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt nauw samen met factsheet 3, 'Ken uw bodem'. Verder kunnen praktisch alle in factsheets uitgewerkte maatregelen opgenomen worden in een bedrijfswaterplan.

### 3.2.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en inbreng van partijen

De hier beschreven maatregel is strategisch en borgt dat concrete maatregelen op een structurele, goed doordachte manier in de bedrijfsvoering worden ingepast. Deze factsheet faciliteert dus de inpasbaarheid van concrete maatregelen, zoals het aanpassen van het teeltplan, van de drainage, van slootpeilen of de aanpak bij beregening.

De meeste ondernemers zullen niet zelfstandig een bedrijfswaterplan maken. Het is logisch om dit te doen in samenwerking met een bedrijfsadviseur of in een netwerkproject of studievereniging. Deze factsheet doet dus beroep op inbreng van agrariërs, bedrijfsadviseurs of adviseurs vanuit ketenpartijen en medewerkers van waterschappen.

## 3.3 Ken uw bodem

### 3.3.1 Informatiebronnen

Er is veel technische kennis over de diverse aspecten van bodem in relatie tot plantaardige productie. Deze factsheet is niet bedoeld om een overzicht te geven van al deze kennis maar gaat over het systematisch aanpakken van het thema bodem op een melkveebedrijf of een akkerbouwbedrijf. Op welke wijze kun je informatie over de bodem betrekken in het management van het bedrijf. De vragen hierbij zijn: hoe doe je dat? Waar moet ik op letten en wat heb ik eraan? De verstrekte informatie en de daarbij relevante bronnen, sluiten aan bij deze vragen.

<http://www.mijnbodemconditie.nl>

<https://flevolandsagrariscollectief.nl/zicht-op-bodemstructuur>

Groenendijk, Piet, Schipper, Peter, Hendriks, Rob, Van Den Akker, Jan & Heinen, Marius, 2017.

*Effecten van verbetering bodemkwaliteit op waterhuishouding en waterkwaliteit: deelstudies Goede Grond voor een duurzaam watersysteem* (Rapport 2811). Wageningen: Wageningen Environmental Research.

Koopmans, C. J., Zanen, M. & Ter Berg, C., 2015. *Bodemscan© zand- en dalgronden:*

*Beoordelingskader Veenkoloniale gronden* (Rapport 2015-013 LbP). Driebergen: Louis Bolk Instituut.

Koopmans, C. J., Zanen, M., & Ter Berg, C., 2005. *De kuil: Bodembeoordeling aan de hand van een kuil* (Publicatie LB12). Driebergen: Louis Bolk Instituut.

Schipper, P. N. M., Groenendijk, P., Van Eekeren, N. J. M., Zanen, M., Rozemeijer, J., Jansen, G. & Swart, B., 2017. *Goede grond voor een duurzaam watersysteem: verdere verkenningen in de relatie tussen agrarisch bodembeheer, bodemkwaliteit en waterhuishouding* (Rapport / STOWA 2015-19). Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

Schipper, P. N. M., Massop, H., Kros, H., Van Eekeren, N., Zanen, M., Groenendijk, P., Van Goor, S. & Ros, G. H., 2018. *Effectief bodembeheer voor een duurzaam watersysteem stroomgebied de Raam. Pilot onderzoeksprogramma Lumbricus, pijler bewuste bodem* (Rapport 2894). Wageningen: Wageningen Environmental Research.

### 3.3.2 Consensus

De aanpak bij het maken van een plan voor bodemverbetering op basis van inzichten in de bodemkwaliteit (Hoe onderzoek ik het? Hoe beslis ik over maatregelen? Hoe houd ik overzicht?), is grotendeels gebaseerd op het principe van systeemontwikkeling: het stellen van doelen, evalueren

---

van de bestaande situatie, het bedenken van oplossingen en het uittesten/toepassen van deze oplossingen. Over deze werkwijze zijn geen wezenlijke verschillen van inzicht.

Bij de uitwerking van deze factsheet moesten vergelijkbare afwegingen gemaakt worden als in de factsheet 'Breng uw waterbeheer in beeld'. Bij 'Ken uw bodem' is dezelfde aanpak gekozen als bij voornoemde factsheet over water.

### 3.3.3 Kennishiaten

- Het belang van bodemkenmerken voor het realiseren van milieu-opgaven dient concreet gemaakt te worden. De laatste jaren geven belangengroeperingen de politieke boodschap af: "stel de bodem centraal". Dit heeft het risico dat men zich laat afleiden van de essentie van de milieu-opgave. De bodem is een "hulpmiddel" en niet het einddoel. Voor de opgaven van het Agrarisch Waterbeheer dienen effecten van maatregelen op waterkwaliteit (nitraat grondwater, kwaliteit oppervlaktewater) en waterkwantiteit (beregenningsbehoefte, risico op piekafvoeren) concreet aangegeven te worden. In de zoektocht naar de juiste maatregelen is een goede kennis van de bodem essentieel.
- De begrippen "bodemkwaliteit" en "bodemconditie" zijn containerbegrippen. Een nadere duiding is nodig. Als voorbeeld: voor gewasproductie kan het begrip "bodemkwaliteit" een andere betekenis hebben dan voor milieukundige aspecten. Voor gewasproductie is een goede aeratie nodig evenals een goede berijdbaarheid in het vroege voorjaar en een goede vochtvoorziening. Vanuit milieukundig perspectief kan een natte bodem leiden tot meer denitrificatie en daardoor minder nitraatuitspoeling. Ook kan deze natte bodem gepaard gaan met een latere berijdbaarheid in het voorjaar, waardoor bemesting later in het seizoen plaatsvindt. Bodemgeschiktheid voor landbouwkundige productie is dus niet automatisch equivalent aan een optimale bodemkwaliteit voor minimale nutriëntenverliezen. Van de effecten van bodemkwaliteitskenmerken op gewasproductie en waterkwaliteit is nog veel onbekend.
- Op basis van visuele kenmerken (structuur, vertering organische stof, wormenpopulatie) van de bodem is een algemene indruk te krijgen van factoren die kunnen leiden tot een sub-optimale gewasproductie. Op basis van andere kenmerken is een indruk te krijgen van het risico op oppervlakkige afspoeling. De onderlinge verbanden tussen de kenmerken en de verbanden met uit- en afspoeling dienen nog nader onderzocht te worden. Gepoogd wordt binnen het Lumbricusprogramma hiervoor projecten te initiëren (Schipper et al., 2018).
- Er zijn inzichten dat bodemverdichting en slemp ongunstig zijn voor de uit- en afspoeling van nutriënten. Echter de inzichten hierover zijn soms tegenstrijdig en effecten zijn bijzonder situatiegevoelig (Schipper et al., 2015). Ook over de functies van -verschillende soorten van -organische stof voor productie en vasthouden van nutriënten bestaan nog veel vragen (Groenendijk et al., 2017).
- De afbraak en omzetting van organische stof verloopt traag en is daardoor alleen in lange termijnproeven te onderzoeken. Binnen de Nederlandse onderzoeksinfrastructuur is nauwelijks ruimte voor dergelijk onderzoek. In buurlanden wordt onderzoek, vaker dan in Nederland, vanuit een langere termijn visie geïnitieerd. Een voorbeeld hiervan is het BONARES programma in Duitsland dat een looptijd heeft van 10 jaar (<https://www.bonares.de/>).

### 3.3.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt nauw samen met factsheet 2 'Breng uw waterbeheer in beeld'.

### 3.3.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en inbreng van partijen

Evenals factsheet 2 is de hier beschreven maatregel strategisch van aard, maar faciliteert de inpasbaarheid van andere concrete maatregelen. De meeste ondernemers zullen niet zelfstandig een bedrijfsbodemplan maken. Het is logisch om dit te doen in samenwerking met een bedrijfsadviseur of in een netwerkproject of studievereniging. Dit zal vaak tot implementatie van concrete maatregelen leiden, zoals het aanpassen van het teeltplan, van drainage of van slootpeilen.

---

## 3.4 Plan uw bemesting vooruit

### 3.4.1 Informatiebronnen

De Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV) geeft op de internetsite, [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl) informatie over de bemestingsbehoefte van verschillende gewassen, afhankelijk van bodemomstandigheden, bodemgebruik en hydrologische omstandigheden. In deze informatie is in principe alle relevante kennis uit veldproeven verwerkt. Op basis van deze informatie kan men direct inzien dat het bemestingskundig niet logisch is om gewassen en percelen dezelfde mestgift te geven. Veehouders en adviseurs maken beperkt direct gebruik van de adviezen van de CBGV wat duidelijk maakt dat er kennelijk nog een extra vertaalslag nodig is naar de praktijk. Tools die dit bieden zijn:

- Achtergrond informatie over perceelsgericht bemesten (<http://edepot.wur.nl/415511>).
- Agrovision ([http://www.agrovision.nl/sectoren/melkveehouderij/grond\\_gewas/](http://www.agrovision.nl/sectoren/melkveehouderij/grond_gewas/)).
- De PerceelVerdeler (<http://webapplicaties.wur.nl/software/perceelverdeler>).
- DLV-advies (<https://www.dlvadvies.nl/mest/managementtools/dlv-mijnperceel>).

### 3.4.2 Consensus

Er is algemene consensus over het belang van planmatige bemesting voor een efficiënte benutting van stikstof en fosfaat.

### 3.4.3 Kennishiaten

- Het is voor een veehouder vaak lastig om opbrengstverschillen tussen in binnen percelen waar te nemen. Dit is zeker het geval indien wordt beweid. Er zijn echter technische ontwikkelingen die hierin ondersteunen, zoals opraapwagens met weeginrichting en instrumenten die gebaseerd zijn op remote sensing. De praktijk leert overigens dat veehouders desgevraagd meestal in staat zijn om te benoemen welke percelen meer en minder productief zijn dan gemiddeld.
- Productiviteit van percelen hangt samen met bodemeigenschappen, maar deze samenhang is nog onvoldoende verwerkt in vuistregels.
- Planmatig bemesten vraagt soms om anticiperen op weer. Ondersteunende instrumenten om hierbij ook vooruit te kunnen kijken zijn nog niet praktijkrijp.

### 3.4.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze maatregel hangt sterk samen met factsheet 23 "Spaar mest uit in maïs op scheurland".

### 3.4.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en opvolging

Er zijn veel tools beschikbaar om te ondersteunen bij het maken van een bemestingsplan. In principe is het planmatig uitvoeren van de bemesting goed en eenvoudig inpasbaar. Echter, deze planning kost wel tijd en aandacht. Op veel melkveebedrijven overheerst toch de behoefte aan een eenvoudige en makkelijke aanpak. Ook de bereidheid van de loonwerker om oog te hebben voor planmatige uitvoer van de bemesting is van belang.

## 3.5 Landgebruik met gras en maïs

### 3.5.1 Informatiebronnen

De (achtergrond) informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet.

Aarts, H. F. M., Hilhorst, G. J., Nevens, F. & Schröder, J. J., 2002. *Betekenis wisselbouw voor melkveebedrijf op lichte zandgrond; Analyse van resultaten proefbedrijf 'De Marke'* (Rapport 36). Wageningen: Wageningen University & Research.

- 
- Van Eekeren, N., 2016. Optimaal landgebruik voor bodemkwaliteit: 60% blijvend grasland en 20% grasklaver in rotatie met 20% snijmaïs. *V-focus, December*, 34-35.
- Van Eekeren, N., Deru, J. G. C., Hoekstra, N. J., De Wit, J., 2018. *Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven* (2018-002 LbD). Driebergen: Louis Bolk Instituut.
- Van Eekeren, N., Van de Goor, S., De Wit, J., Evers, A. & De Haan, M., 2016. Inkomen 7.000 euro hoger bij betere bodemkwaliteit. *V-focus, December*, 36-37.
- Vellinga, T. & Van Eekeren, N., 2017. Effect verandering landgebruik op emissies broeikasgassen. *V-focus, April*, 38-39.
- Verloop, J., Boumans, L. J. M., Van Keulen, H., Oenema, J., Hilhorst, G. J., Aarts, H. F. M. & Sebek, L. B. J., 2006. Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74, 59-74.

### 3.5.2 Consensus

Voor een maximale opbouw van organische stof op het totale bedrijfsareaal is een landgebruik onder derogatie (80% grasland en 20% bouwland) van 80% blijvend grasland mogelijk het beste. Maar ophopen van bodem organische stof is niet het primaire bedrijfsdoel. Ook de efficiënte benutting van stikstof en fosfaat is van belang evenals het voorkomen van sterke achteruitgang van de bodemkwaliteit op percelen waar continue maïs wordt geteeld. Het teeltsysteem met een landgebruik van 60:20:20 (60% blijvend grasland, 20% maïs en 20% gras, rode en witte klaver in wisselbouw) sluit daarbij aan. Wanneer bovengenoemde aspecten worden meegewogen en zeker wanneer er gekeken wordt naar stikstofuitspoeling dan is landgebruik volgens de indeling 60:20:20 een goede richtlijn voor het optimale landgebruik binnen de derogatie. Hierover bestaat consensus.

### 3.5.3 Kennishiaten

Er zitten geen directe kennishiaten in de factsheet. Wel richt lopend onderzoek zich op het verder ontwikkelen van de kennis rond de hier beschreven maatregel. Zo worden er nu proeven gedaan met diversiteit in het grasland met kruiden en loopt er onderzoek naar randvoorwaarden voor succesvolle groei van gras, rode en witte klaver.

Er zijn enkele systeemvergelijkingen uitgevoerd waarin uitspoeling van nitraat in blijvend grasland is vergeleken met die in een vruchtwisseling van gras en maïs (Aarts et al., 2002; Verloop et al., 2006). Hieruit bleek dat de nitraatuitspoeling uit een goed uitgevoerd vruchtwisselingssysteem lager was dan uit blijvend grasland. Deze constatering is vermoedelijk alleen geldig bij een goed uitgevoerde vruchtwisseling waarin de bemesting op het gewas en de fase in de vruchtwisseling is afgestemd.

### 3.5.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt nauw samen met Factsheet 6 'Verleng de leeftijd van grasland' en andere factsheets die zich richten op het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem op melkveebedrijven, zoals factsheets 17 en 19. De verschillende maatregelen in deze factsheets kunnen aanvullend genomen worden.

Van een aantal maatregelen kunnen de effecten bij elkaar opgeteld worden; we duiden deze maatregelen aan als stapelbaar. De maatregelen beschreven in factsheet 5, 6, 17 en 19 zijn grotendeels stapelbaar en aanvullend op elkaar. Zo kan maatregel 6 (Verleng de leeftijd van grasland), toegepast worden op het 60% blijvend grasland die in factsheet 5 beschreven staat. Ook kan voor de 20% grasklaver wisselbouw of bij het doorzaaien van het blijvend grasland voor diepwortelende grasrassen gekozen worden (factsheet 17) en kunnen de organische stof maatregelen van factsheet 19 toegepast worden op de 20% maïs in het 60:20:20 systeem. Al deze maatregelen dragen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op melkveebedrijven en het verminderen van nutriëntenverliezen aan water en lucht.

### 3.5.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De hier beschreven maatregel is relatief gemakkelijk toepasbaar in de bedrijfsvoering. Een drempel voor het omschakelen naar 60:20:20 kan de kavelliging zijn. Verder gelegen percelen of percelen op

---

andere locaties worden minder snel ingezet voor wisselbouw omdat bij grasland veel meer transportbewegingen nodig zijn dan op maïsland. Reden hiervoor is dat gras diverse malen per jaar wordt bemest en gemaaid. Daarnaast zijn niet alle percelen geschikt voor wisselbouw; natte percelen zijn bijvoorbeeld ongeschikt voor maïsteelt. Indien de voornoemde belemmeringen zich niet voordoen is de maatregel breed inzetbaar. Zo kan de hier voorgestelde wisselbouw van 20% maïs en 20% grasklaver ook op andere manieren worden ingevuld en kan pacht/gronduitruil meegenomen worden in het systeem. Bijvoorbeeld na het scheuren van de grasklaver na 3 jaar kunnen ook andere gewassen dan maïs geteeld worden zoals bieten en aardappelen zodat het systeem ook ingezet kan worden bij uitruil van gronden met akkerbouwers.

## 3.6 Verleng de leeftijd van grasland

### 3.6.1 Informatiebronnen

De informatie en meer achtergrond informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet:

- De Wit, J., Van de Goor, S., Pijlman, J. & Van Eekeren, N. J. M., 2018. Opbouw organische stof met blijvend grasland. *V-focus, April*, 32-34.
- Van Eekeren, N., Bommelé, L., Bloem, J., Rutgers, M., De Goede, R., Reheul, D. & Brussaard, L., 2008. Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil Ecology*, 432-446.
- Van Eekeren, N., Deru, J. G. C., Hoekstra, N. J., De Wit, J., 2018. *Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven* (2018-002 LbD). Driebergen: Louis Bolk Instituut.
- Van Eekeren, N., Iepema, G. & Domhof, B., 2016. *Goud van Oud Grasland: Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei* (2016-011 LbD). Driebergen: Louis Bolk Instituut.

#### **Aanvullende referenties**

- Freisinger, U. B., Brauckmann, H. J., Broll, G. & Schreiber, K. F., 2007. Grassland management and its impact on soil organic carbon stocks in south-western Germany. In: *Organic matter dynamics in agro-ecosystems*, Proceedings, Ed. Chabbi A., Poitiers, Inra, France, 537-538.
- Lettens, S., Van Orshoven, H., Van Wesemael, B. & Muys, B., 2005. Soil organic and inorganic carbon contents of landscape units in Belgium derived using data from 1050-1970. *Soil Use Manage* 20, 40-70.
- Patra, A. K., Hatch, D. J., 1999. Nitrogen mineralization in soil layers, soil particles and macro-organic matter under grassland, *Biology and Fertility of Soils* 29(1):38-45
- Reijneveld, A., Van Wensem, J. & Oenema, O., 2009. Soil organic carbon contents of agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* 152, 231-238.
- Smith, Pete. 2014. Do grasslands act as a perpetual sink for carbon?. *Global change biology*, 2708-2711.
- Van Eekeren, N. & Bokhorst, J., 2010. *Bodemkwaliteit en Klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand* (Publicatiennr 2010-031 LbD). Driebergen: Louis Bolk Instituut.
- Velthof, G. L., 2003. *Relaties tussen mineralisatie, denitrificatie en indicatoren voor bodemkwaliteit in landbouwgronden* (Alterra rapport 769). Wageningen: Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.
- Verloop, J., Hilhorst, G. J., Pronk, A. A., Sebek, L. B., Van Keulen, H., Janssen, B. H. & Van Ittersum, M. K., 2015. Organic matter dynamics in an intensive dairy production system on a Dutch Spodosol, *Geoderma* 237-238, 159-167.

### 3.6.2 Consensus

Nationaal en internationaal (Van Eekeren et al., 2008; Smith, 2014; Van Eekeren et al., 2018; De Wit et al., 2018) is er consensus dat grasland meer organische stof in de bodem vastlegt dan akkerbouwgewassen en dat blijvend grasland tot een hoger evenwichtsniveau van organische stof leidt dan akkerbouwgewassen. Er is verder consensus dat het verlengen van de leeftijd van grasland en het voorkomen van scheuren hieraan kan bijdragen en dat het gunstig is om de kwaliteit van bodem en graszode in blijvend grasland zo goed mogelijk op orde te houden, zodat de noodzaak

---

kleiner is om regelmatig herinzaai toe te passen. Het graslandmanagement en het op orde houden van de kwaliteit van de graszode is dus cruciaal voor de effectiviteit van de maatregel. Praktische zaken daarbij zijn bijvoorbeeld het vermijden van zware maaisnedes en tekort maaien om veronkruiding en achteruitgang van de botanische samenstelling te voorkomen. Het toepassen van weidegang is eveneens van belang voor het in standhouden van een goede zode. Eveneens is consensus dat regelmatig scheuren tot hogere lachgasemissies leidt dan niet scheuren.

### 3.6.3 Kennishiaten

Veelal wordt gesuggereerd dat het bodem organische stofgehalte blijft toenemen in een blijvend grasland perceel. Hierover is geen consensus. Figuur 4.4 in het rapport Bodemkwaliteit en Klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand (Van Eekeren en Bokhorst, 2010) suggereert een permanente stijging van het organische stofgehalte. Na 15 jaar is de trend niet meer significant en kunnen de gegevens ook duiden op stabilisatie.

Uit andere datasets wordt geconcludeerd dat er wel degelijk verzadigingsniveaus zijn die afhankelijk zijn van omgevingsomstandigheden (minerale samenstelling van de bodem en hydrologie) en management (samenstelling van de graszode en het al dan niet toepassen van beweiding) (Verloop, 2015; Lettens et al., 2005; Freisinger et al., 2007; Reijneveld et al., 2009). Of in een concrete situatie nog accumulatie te verwachten is, is sterk afhankelijk van deze omstandigheden en van het beginniveau van organische stof. Al deze factoren zijn niet verwerkt in een evenwichtig beeld van welke organische stofaccumulatie verwacht mag worden onder welke condities. Zie verder factsheet 5 'Landgebruik gras en maïs'.

Over het effect van herinzaai op het stikstof leverend vermogen van de bodem bestaat verschil van inzicht. Velthof (2003) geeft aan dat er geen verschil bestaat in de potentiële N-mineralisatie in gezeefde (2 mm) bodemmonsters uit gescheurd en niet-gescheurd grasland op zandgrond. Op kleigrond blijkt de potentiële mineralisatie op gescheurd grasland iets lager te zijn. Dit duidt er op dat wel of niet scheuren van grasland geen groot effect heeft op de N-mineralisatie van de organische stof fractie kleiner dan 2 mm in gezeefde bodemmonsters. Ook in andere studies had scheuren geen duidelijk effect op de potentiële N-mineralisatie, maar resultaten zijn niet eenduidig op dit punt. In de studie van Patra et al. (1999) werd gevonden dat scheuren tot een lagere netto N-mineralisatie leidt in vergelijking tot niet scheuren.

Er zijn verschillende visies op de mogelijkheid om graslandvernieuwing overbodig te maken op verschillende bodemtypes. Op zandgrond wordt in de reguliere melkveehouderij graslandvernieuwing gezien als onafwendbaar. Met name drogere graslanden worden regelmatig vernieuwd om de grasmat voldoende productief te houden. Voor grasland op klei- en veengrond geldt dit veel minder. Vaak wordt op deze gronden graslandvernieuwing uitgevoerd omdat percelen worden veranderd (grootte en vorm), de waterhuishouding verbeterd (bolleggen, draineren), verzakkingen gecorrigeerd (vlaklegging) of aanliggende sloten worden uitgebaggerd.

### 3.6.4 Kanttekening

In het huidige Nederlands beleid ten aanzien van blijvend grasland zitten hiaten die de uitvoering van de factsheet in de weg staan. In de Europese wetgeving staat dat het aandeel blijvend grasland (afgezet tegen het hele landbouwareaal) niet te veel mag dalen per lidstaat. Het aandeel blijvend grasland wordt in Nederland echter niet per bedrijf beoordeeld maar op nationaal niveau. Agrarisch ondernemers moeten registreren wat blijvend en wat tijdelijk grasland is. Deze registratie heeft als resultaat dat agrariërs, als anticipatie op toekomstige wetgeving, grasland wat geregistreerd staat als tijdelijk grasland, kosten wat kost ook 'tijdelijk' willen houden. Dit houdt in dat grasland minimaal elke 5 jaar gescheurd moet worden en een jaar bouwland moet zijn. Hierdoor word onnodig grasland gescheurd waardoor organische stof verloren gaat. Daarnaast leidt het er toe dat agrariërs huiverig zijn aan de slag te gaan met de maatregelen uit de factsheet.

---

### 3.6.5 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet past bij derogatie bedrijven heel goed in het 60:20:20 systeem zoals beschreven in factsheet 5. Ook factsheet 17 (Verdiep de beworteling van grasland) kan gecombineerd worden met de maatregel zoals beschreven in factsheet 6.

### 3.6.6 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De hier beschreven maatregel komt er praktisch vooral neer op 'houdt de bodemkwaliteit en de zodekwaliteit in blijvend grasland op orde'. Dit vergt maatregelen die concreet en in principe gemakkelijk toepasbaar zijn. Toch is het onder veel omstandigheden een uitdaging om de graszode op peil te houden. Bijvoorbeeld op droge zangronden kan veronkruiding plaatsvinden door droogtestress. Het preventief voorkomen van achteruitgang van de zode en anticiperen op achteruitgang vraagt maatwerk en ervaring met graslandmanagement. Relevante maatregelen (optimaal beweiden, optimale maaihoogte, goed verdelen van mest, beregenen, voorkomen van zware belasting door opraapwagens en mestmachines) sluiten wel aan bij de gangbare praktijk, maar vergen voor sommigen een omslag in denken. De maatregel is daarom vooral ook bedoeld als bewustwording van de waarde van 'oud' grasland en de winst die te behalen valt met het verlengen van de leeftijd van het gras.

### 3.6.7 Zijn de effecten stapelbaar

De verschillende maatregelen beschreven in factsheet 5, 6, 17 en 19 zijn stapelbaar en dragen allen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op melkveebedrijven en het verminderen van nutriënten verliezen aan water en lucht.

## 3.7 Droge bufferstroken

### 3.7.1 Informatiebronnen

- Noij, G. J., Corré, W., Van Boekel, E., Oosterom, H., Van Middelkoop, J., Van Dijk, W., Clevering, O., Renaud, L. & Van Brakel, J., 2008. *Kosteneffectiviteit van alternatieve maatregelen voor bufferstroken in Nederland* (Rapport 1618), Wageningen: Alterra, <http://edepot.wur.nl/22534>
- Noij, I. G. A. M., Heinen, M. & Groenendijk, P., 2012. *Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands. Final report of a combined field, model and cost-effectiveness study* (Rapport 2290). Wageningen: Alterra.
- Van Der Linden, A. M. A., Lukács, S., Schouten, A. & Van Wijnen, H., 2010. *Teeltvrije zones; invloed op belasting van het oppervlaktewater* (Rapport 607640001), Bilthoven: RIVM. Geraadpleegd in juni 2018, van: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607640001.pdf>
- STOWA, 2010. *Bufferstroken in Nederland* (Rapport 2010-39), Amersfoort: STOWA. Geraadpleegd in juni 2018, van: <http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/2010-39.pdf>
- Groenendijk, P., Velthof, G. L., Schröder, J. J., De Koeijer, T. J. & Luesink, H. H., 2017, *Milieueffectrapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn; Op Planniveau. Factsheet 7: Onbemeste stroken langs waterlopen* (Rapport 2842). Wageningen: Wageningen University & Research.
- Van Beek, C. L., Heinen, M. & Clevering, O. A., 2007. Reduced nitrate concentrations in shallow ground water under a non-fertilised grass buffer strip. *Nutr Cycl Agroecosyst* (2007) 79: 81. <https://doi.org/10.1007/s10705-007-9098-2>

### 3.7.2 Consensus

Droge bufferstroken kunnen de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verminderen en de natuurlijke ontwikkeling/biodiversiteit vergroten. De omvang van deze effecten kan sterk variëren. De volgende factoren zijn van belang:

- bodemtype,



- helling van het perceel, maaiveldreliëf, is het perceel geëgaliseerd, ligt het bol, ligt het hol, zijn lokale depressies aanwezig?,
- breedte van de strook,
- wijze waarop de strook wordt beheerd: gras of ruige vegetatie, wordt beweiding op de strook toegestaan?,
- aanwezigheid van buisdrainage,
- oppervlaktewaterpeil,
- de vraag of de totale bemesting van het perceel gelijk blijft of met het relatieve oppervlak van de bufferstrook verminderd wordt.

Er is al redelijk veel praktijkervaring en onderzoek gedaan naar bufferstroken, zowel in Nederland als daarbuiten. De meest uitgebreide studie in Nederland is uitgevoerd door Noij et al., 2012. De effectiviteit is onder Nederlandse omstandigheden kleiner dan veel internationale onderzoeksresultaten aangeven. Oorzaken hiervoor zijn, in tegenstelling tot de omstandigheden in het buitenland, de relatief diepe stroming door goed doorlatende lagen, diepe en goed doorlatend drainage, buisdrainage, en ondiepe oppervlaktewaterpeilen (Noij et al., 2012).

Voor nitraat is in de eerste plaats de vraag van belang of de gebruiksnormen voor het gehele perceel gelijk blijven. Als dat zo is, zal het effect van bufferstroken minimaal zijn. Wanneer er minder mest wordt toegediend, zal de emissie verminderen met de vermindering van het beteelde grondbeslag door de bufferstrook (is het oppervlak van de bufferstrook ca 2%, dan vermindering van de emissie met 2%). Voor fosfaat is het effect meestal zeer klein, tenzij er voornamelijk ondiepe afvoer is en sprake is van fosfaatverzadigde grond. Zo is in Winterswijk op een hellend perceel met keileem een verwijdering van 60% gemeten. Het effect op gewasbeschermingsmiddelen en op ecologie is niet kwantitatief bekend. De maatregel wordt al in de praktijk toegepast in binnen- en buitenland (> 100 bedrijven).

### 3.7.3 Kennishiaten

In het onderzoek van Noij et al. (2012) is geconcludeerd dat het uitrollen van de maatregel over grote gebieden weinig zinvol is, maar dat onder bepaalde omstandigheden de maatregel wel goed kan worden ingezet. De vraag is echter of alle omstandigheden wel volledig in beeld zijn. In het zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt gesteld dat in het kader van de Delta Aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater door middel van regionale analyses wordt vastgesteld waar nutriënten een belemmering vormen voor het bereiken van een goede ecologie/biologie in oppervlaktewater. Aansluitend hierop wordt in overleg tussen waterbeheerders en (agrarische) grondgebruikers vastgesteld of en waar additionele bufferstroken doeltreffend en doelmatig zijn om de gewenste ecologie in deze wateren te behalen en of de te maken kosten daarvan proportioneel zijn. Het potentiële effect van bufferstroken op de waterkwaliteit en de gebieden en de waterlopen waar ze het meest effectief zouden kunnen zijn is tot nu toe nog niet in kaart gebracht.

Over de effecten van bufferstroken op de vermindering van de uit- en afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen wordt in het FAIRWAY-project informatie verzameld (<https://www.fairway-project.eu/>) in de vorm van een meta-analyse van alle peer reviewed literatuur die over dit onderwerp verschenen is. Voor de Nederlandse omstandigheden zijn geen experimentele gegevens.

### 3.7.4 Samenhang met andere maatregelen

De maatregelen 'Bufferstroken' vallen onder de categorie bufferende/zuiverende maatregelen, waar ook maatregel 9A en 9B (zuivering van drainagewater) onder vallen. Bufferstroken zijn effectief bij niet-gedraineerde percelen, terwijl zuivering van drainagewater bij gedraineerde percelen logisch is.

### 3.7.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

In principe is de maatregel gemakkelijk inpasbaar. Grootste nadelen zijn de kosten en het feit dat land uit gebruik moet worden genomen.

---

### 3.7.6 Zijn de effecten stapelbaar?

Ten opzicht van andere zuiverende maatregelen 9 (Verwijdering van nitraat en fosfaat uit drainagewater) zijn bufferstroken complementair: waar de ene categorie toepasbaar is, is de andere dat niet en *vice versa*. De maatregel is aanvullend aan maatregelen op het land die de uitspoeling van N en P beïnvloeden, zoals maatregel 12, 13 en 14.

## 3.8 Natte bufferstroken

### 3.8.1 Informatiebronnen

- Antheunisse, A. M., Hefting, M. M. & Bos, E. J., 2008. Moerasbufferstroken langs watergangen; haalbaarheid en functionaliteit in Nederland (Rapport 2008-07). Amersfoort: STOWA.
- Dhondt, Karel, Boeckx, Pascal, Verhoest, Niko E. C., Hofman, Georges & Van Cleemput, Oswald, 2006. Assessment of Temporal and Spatial Variation of Nitrate Removal in Riparian Zones. *Environ Monit Assess* 116:197. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-7403-1>
- Dorioz, J. M., Wang, D., Poulencard, 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 & Environment*, Volume 117, Issue 1, 4-21.
- Hefting, Mariet, Beltman, Boudewijn, Karssenbergh, Derek, Rebel, Karin, Van Riessen, Mirjam & Spijker, Maarten, 2006. Water quality dynamics and hydrology in nitrate loaded riparian zones in the Netherlands. *Environmental Pollution*, Volume 139, Issue 1, 143-156.
- Hefting, Mariet M., Clement, Jean-Christophe, Bienkowski, Piotr, Dowrick, David, Guenat, Claire, Butturini, Andrea, Topa, Sorana, Pinay, Gilles & Verhoeven, Jos T.A., 2005 The role of vegetation and litter in the nitrogen dynamics of riparian buffer zones in Europe. *Ecological Engineering*, Volume 24, Issue 5, 465-482.
- Stutter, Marc I., Chardon, Wim J. & Kronvang, Brian, 2012. Riparian Buffer Strips as a Multifunctional Management Tool in Agricultural Landscapes: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 41 No. 2, 297-303.

### 3.8.2 Consensus

Over het effect van natte bufferstroken op de uit- en afspoeling van stikstof bestaat consensus. Door de natte bufferstroken vermindert de N-belasting van het oppervlaktewater. Wel kunnen zich onwenselijke afwentelingseffecten voordoen ten aanzien van de uitstoot van N<sub>2</sub>O. Het effect van natte bufferstroken op de P-uitspoeling is complexer:

- door de extra strook waar water in komt via oppervlakkige routes en ondiepe routes wordt meer P vastgelegd in de bodem,
- doordat de strook nat is kan P worden gemobiliseerd.

De twee mechanismen leiden tot een tegengesteld resultaat. Er bestaat consensus over de moeilijke voorspelbaarheid omdat het effect van veel factoren afhankelijk is.

### 3.8.3 Kennishiaten

De effecten op de waterkwaliteit zijn voor enkele situaties onderzocht (Antheunisse et al., 2008). De resultaten van de onderzoeken zijn anekdotisch. Voor de meeste landschapstypen is het onbekend wat de maatregel kan opleveren.

### 3.8.4 Samenhang met andere maatregelen

Omdat een natte bufferstrook naast het landbouwkundig gebruikte deel van het perceel ligt, en er eigenlijk geen onderdeel vanuit maakt, kan de maatregel met de meeste andere genoemde maatregelen gecombineerd worden.

---

### 3.8.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Voor de inpasbaarheid van de maatregel gelden een aantal voorwaarden:

- De waterloop moet breed genoeg zijn. Na de constructie van de natte bufferstrook moet de waterloop voldoende capaciteit hebben om water af te voeren.
- Over het beheer en het onderhoud dienen goede afspraken gemaakt te worden.
- Een bedrijf moet areaal landbouwgrond kunnen "opofferen" uit bedrijfseconomisch perspectief. Behalve compensatieregelingen zijn ook factoren als een eventuele bedrijfsopvolging en de instemming met burens van belang.

### 3.8.6 Zijn de effecten stapelbaar?

Effecten die zich volvelds voordoen op het landbouw gebruikte deel van het perceel zijn grotendeels stapelbaar met het reducerend effect van de natte bufferstrook. Als een maatregel volvelds bijvoorbeeld 10% vermindering van de P-afspoeling sorteert en de natte bufferstrook 20% vermindering, is het totale effect 28%.

## 3.9 Verwijdering van nitraat en fosfaat uit drainagewater

### 3.9.1 Informatiebronnen

Christianson, L. E., Bhandari, A. & Hailers, M. J., 2012. A practice-oriented review of woodchip bioreactors for subsurface agricultural drainage. *Applied engineering in agriculture* 28(6), 861-874.

Groenenberg, J. E., Chardon, W. J. & Koopmans, G. F., 2013. Reducing phosphorus loading of surface water using iron-coated sand. *J. Environ. Qual.* 42:250-259.

Groenenberg, J. E., Chardon, W. J. & Vreeburg, P. J. M., 2015. Vermindering van de fosfaatbelasting oppervlaktewater met P-bindende drain (Alterra-rapport 2678). Wageningen: Alterra, Wageningen-UR.

Hoogheemraadschap van Rijnland, 2017. *Het toepassen van ijzerzand voor een betere waterkwaliteit in de bollenteelt*. Geraadpleegd in juni 2018, van: [https://www.rijnland.net/actueel/nieuws/nieuws-2017/copy\\_of\\_IJZERZANDTOEPASSING\\_DEFINITIEF\\_20171208.pdf](https://www.rijnland.net/actueel/nieuws/nieuws-2017/copy_of_IJZERZANDTOEPASSING_DEFINITIEF_20171208.pdf)

Hoogheemraadschap van Rijnland, 2015. *Pilot effectgerichte verwijdering fosfaat bollentreek; Resultaten veldpilot Voorhout en synthese*. Geraadpleegd in juni 2018, van: <https://www.rijnland.net/werk-in-uitvoering/overige-werkzaamheden/downloads-overige-werkzaamheden/onderzoeksproject-bollensector.pdf>

Jansen, S., Gerritse, J. & Stuurman, R., 2013. Puridrain – Towards site-specific and cost-effective removal of nutrients from tile drainage. Presentation at LUWQ conference, The Hague.

Jansen, S., Gerritse, J., Stuurman, R. & Chardon, W., 2017. Organic substrate dosing strategies to nitrate removing bioreactors. *Land Use and Water Quality, Presentation #209*.

Jansen, S., Stuurman, R. & Gerritse, J., 2011. Nitraatverwijdering uit drainagewater; veldproeven in project Puridrain. *H2O* 20, 39-42.

### 3.9.2 Consensus

In Nederland en daarbuiten is redelijk veel onderzoek gedaan naar demonstratieprojecten voor verwijdering van nitraat en fosfaat uit drainagewater. De potentiële effectiviteit en globale kosten zijn redelijk bekend. Er is dan ook grofweg te berekenen wat de potentiële effecten en kosten opgeschaald in Nederland zijn. Vanuit twee Innovatie KRW projecten zijn dergelijke berekeningen gemaakt, en ook in een recent onderzoeksproject in de Bollenstreek is dit gedaan.

### 3.9.3 Kennishiaten

De belangrijkste hiaten betreffen:

- Het is onzeker voor welk areaal de maatregelen toegepast kunnen worden. In principe zijn de maatregelen toepasbaar waar drainage toegepast wordt, maar dit betekent niet dat overal ook in de praktijk zuivering kan worden toegepast.
- Daarnaast is het de vraag wat de praktische uitvoerbaarheid is en wat de bijeffecten en de afwentelingseffecten zijn.

Meer kennis is nodig over verwijdering in Nederlandse praktijk, en over gedrag en bijeffecten in de praktijk over langere termijn.

### 3.9.4 Samenhang met andere maatregelen

De maatregelen Verwijdering van nitraat en fosfaat uitdrainagewater vallen onder de categorie bufferende/zuiverende maatregelen, waar ook maatregelen 7 en 8 (Bufferstroken) onder valt. Zuivering van drainagewater is effectief bij gedraineerde percelen, terwijl bufferstroken bij niet-gedraineerde percelen logisch zijn.

### 3.9.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Zuivering van drainagewater hoeft minimale impact op de bedrijfsvoering te hebben. Waar drainage aangelegd moet worden, kan zonder impact op de bedrijfsvoering worden gekozen voor zuiverende drainagesystemen.

### 3.9.6 Zijn de effecten stapelbaar

Ten opzichte van andere zuiverende maatregelen (Bufferstroken) is zuivering van drainagewater complementair: waar de ene categorie toepasbaar is, is dat andere dat niet en vice versa. De maatregel is aanvullend aan maatregelen op het land die de uitspoeling van N en P beïnvloeden, zoals 12, 13 en 14.

## 3.10 Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot half maart

### 3.10.1 Informatiebronnen

Bussink, D. W., Boer, H. C., Boons-Prins, E. R. & Schils, R. L. M., 2003. *Toetsing van voorjaarsmeststoffen op grasland; 2002* (NMI rapport 807.01). Wageningen: Nutriënten Management Instituut.

Bussink, Wim, 2014. *Tekort aan (kunst)mest? Hoe verdeel ik de kunstmest dynamisch?* Geraadpleegd in juni 2018 van: <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies/Themadagen/Themadag-2014.htm>

Bussink, D. W., 1999. Niet gepubliceerde resultaten.

Catchment Sensitive Farming, z.d. Best Practice in Slurry and Manure Application. Geraadpleegd in juni 2018, van <http://www.naac.co.uk/userfiles/files/1%20CSF%20article%20MANURES.pdf>

Clarckson, D. T. & Warner, A. J., 1979. Relationships between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by italian and perennial ryegrass (*lolium multiflorum* and *lolium perenne*). *Plant Physiology* 65, 557-561.

Clarckson, D. T., Hopper, M. J. & Jones, L. H. P., 1986. The effect of root temperature on the uptake of nitrogen and the relative size of the root system in *Lolium Perenne*. 1. Solutions containing both  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$ . *Plant, Cell and Environment* 9:7, 535-545.

Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt, z.d. Type meststoffen en hun werking en efficiëntie. Geraadpleegd in juni 2018, van <https://www.handboekbodemembemesting.nl/nl/handboekbodemembemesting/Handeling/Bemesting/Type-meststoffen-en-hun-werking-en-efficientie.htm>

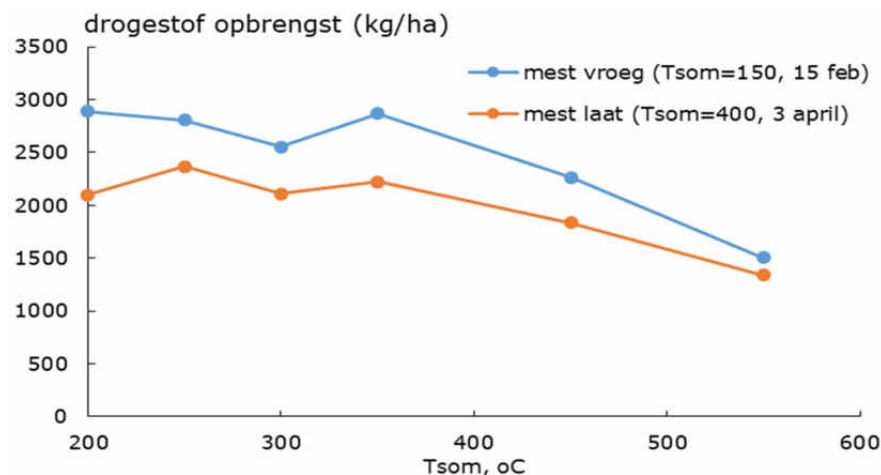
Den Boer, D. J., Holshof, G., Bussink, D. W. & Van Middelkoop, J. C., 2011. *Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit* (NMI rapport 1364). Wageningen: Nutriënten Management Instituut.

- Höglind, Mats, Hanslin, Hans M. & Mortensen, Leiv M., 2011. Photosynthesis of *Lolium perenne* L. at low temperatures under low irradiances. *Environmental and Experimental Botany*, Volume 70 (Issues 2–3), Pages 297-304, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.10.007>.
- Kayser, Manfred, Breitsameter, Laura & Benke, Matthias & Isselstein, Johannes, 2015. Nitrate leaching is not controlled by the slurry application technique in productive grassland on organic-sandy soil. *Agronomy for Sustainable Development*, Volume 35, (Issue 1), pp 213–223.
- Macduff, J. H. & Jackson, S. B., 1991. Growth and preferences for ammonium or nitrate uptake by barley in relation to root temperature. *Journal of Experimental Botany* 41:237, 521-530.
- Triferto, z.d. PIADIN - het rendement per hectare. Geraadpleegd juni 2018, van <http://www.triferto.eu/nl/nieuws/271/piadin---het-rendement-per-hectare>

### 3.10.2 Herkomst informatie in factsheet

#### Voorjaar

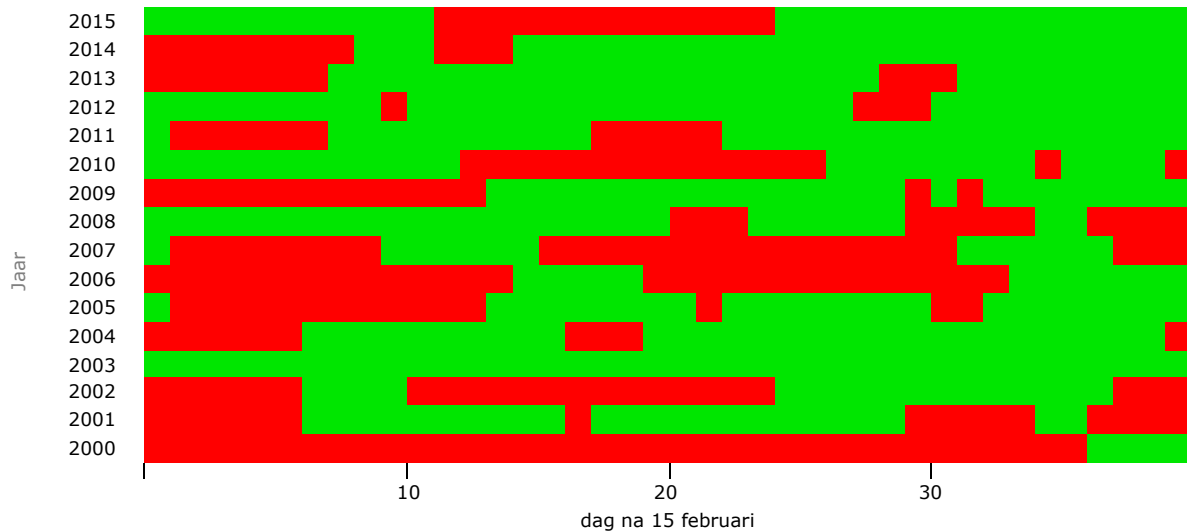
Bekend is dat gras bij bodemtemperaturen beneden de 5 °C al stikstof opneemt en wel vooral als ammonium (Clarkson & Warner, 1979; Clarkson et al., 1986; Macduff & Jackson, 1991). In 1996 en 1997 is door NMI onderzoek uitgevoerd naar het beste tijdstip van mesttoediening op grasland in het vroege voorjaar. In 1997 gaf vroeg toedienen (17 feb, bodemtemperatuur 3,4 °C) tot 600 kg meeropbrengst per ha ten opzichte van laat toedienen (3 april, bodemtemperatuur 7,5 °C) bij oogsten op dezelfde datum. In de koude winter van 1996 werd de hoogste (N-)opbrengst verkregen door mest toedienen direct nadat de vorst uit de grond was bij een bodemtemperatuur tussen 0,5 en 3,5 °C. Wachten tot een bodemtemperatuur van 8 °C (eind april in 1996) gaf 1000 kg ds/ha minder opbrengst (en 38 kg minder N-opname) indien ook gewacht werd met kunstmest strooien tot die datum. Vanuit oogpunt van grasopbrengst is het vroeg toedienen van dierlijke mest aantrekkelijk. In de BOOT-lijst wordt gesteld dat gras pas begint te groeien bij een bodemtemperatuur van 8 °C. Dit is onjuist.



**Figuur 1** Het effect van vroeg en laat mest bij 6 tijdstippen van kunstmestbemesting in 1997 (veel neerslag bij Tsom 300)

De keerzijde van vroeg toedienen is dat er een verhoogd risico is op afspoeling van N en P. Daar zijn indirecte aanwijzingen voor zoals hogere gehalten aan N en P in maart in het water van sloten en kanalen. Tot op heden is dit echter slecht gekwantificeerd.

Het wachten met mest toedienen tot eind maart kan betekenen dat het daarna te nat wordt en de draagkracht onvoldoende is om mest toe te dienen (Figuur 1). Dat zal zich af en toe voordoen. Op basis van een schematische berekening voor veen is in Figuur 2 aanschouwelijk gemaakt wanneer zich deze situaties tussen 2001 en 2015 hebben kunnen voorgedaan. Op basis van deze figuur was het eind maart van 2001, 2002 en 2007 en 2008 te nat (te weinig draagkracht) om mest uit te rijden. Als dan ook begin april nat is zoals in 2001 en 2008 kan er al een halve weidesnede of meer staan voordat er mest uitgereden kan worden. Dan mest toedienen geeft kans op extra besmeuring. Dit is nadelig voor de smakelijkheid. Ook is de stikstofwerking van mest voor de eerste snede iets lager. Geen mest toedienen voor de eerste snede is dan de beste optie.



**Figuur 2** Schatting welke periode geschikt was om mest uit te rijden (groen) op zandgrond, gebaseerd op weerdata van KNMI voor de Bilt

### Najaar

Er zijn talloze proeven uitgevoerd om de werking van mest vast te stellen. De bevindingen van deze proeven zijn verwerkt in de basis adviesbemesting, die op zijn beurt aangeeft dat eerder toedienen tot een iets hogere N-werking leidt. Beredeneerd is dat het af- en uitspoelingsrisico wat lager zal zijn bij vroeger toedienen omdat de kans op natte situaties kleiner is. Kwantitatieve gegevens ontbreken echter.

#### 3.10.3 Praktijkvoorbeelden

De maatregel is vooral bedoeld voor waterrijke gebieden, zoals de veenweidegebieden, het rivierklei en zeekleigebied. Daar mag ook het grootste effect op de waterkwaliteit worden verwacht. Dit zijn vaak ook de gebieden waar de draagkracht van grond langere tijd beperkend is voor het uitrijden. De zandgronden zijn vaak veel eerder berijdbaar dan klei- en veengrond. Juist daar is het zaak om op tijd te beginnen om geen groei te missen en optimaal te profiteren van de aanwezigheid van voldoende vocht.

De toepassing van de maatregel ligt vooral bij de agrariër. Later beginnen met bemesten en eerder stoppen kost geld (vanuit oogpunt van opbrengst en mogelijk is er extra mestopslag nodig), met grote verschillen tussen bedrijven. Het kan zijn dat een financiële prikkel nodig is om het algemeen toegepast te krijgen in de kritieke gebieden. Communicatie over het belang van de maatregelen en wanneer wel en niet toepassen van maatregelen is een rol voor overheid en of waterschap. De gewenste betrokkenheid en activiteit van actoren is als volgt verdeeld (- = geen, x tot xxx is weinig tot veel activiteit):

- Agrariër                    xxx
- Adviseur/ketenpartij    x
- Waterschap                xx
- Rijksoverheid            x

#### 3.10.4 Randvoorwaarden

Randvoorwaarde voor het succesvol toepassen is dat voldoende capaciteit aanwezig is om mest uit te rijden. Laat toedienen betekent namelijk dat de effectieve periode van mest toedienen bekort wordt. Voor loonwerkers is dat ongunstig; zij moeten voor de 1<sup>e</sup> snede in een kortere periode mest toedienen. Dat vergt meer capaciteit en brengt kosten met zich mee. Indien het tijdstip van eerste bemesting wordt uitgesteld tot na februari, kan het voorkomen dat er in maart en april een regenachtige periode volgt, waardoor een van tevoren geplande latere periode van bemesting,

---

bijvoorbeeld half maart, gemist wordt. Als vervolgens de grasgroei wel start kan het zelfs lastig worden om de eerste snede te bemesten, omdat bemesten van te lang gras ongunstig is. Dit kan het animo onder de agrariërs voor het toepassen van de maatregel in een navolgend jaar onder druk zetten. Een randvoorwaarde om eerder te stoppen met het mest toedienen in de nazomer is dat er voldoende mestopslagcapaciteit is en dat er geen mestvoorraad is ten tijde van de beoogde vroege stopdata.

### 3.10.5 Effecten op de waterkwaliteit/kwantiteit

Met later toedienen van mest wordt de risicoperiode van afspoeling op grasland verkort. Kwantitatieve gegevens over de afspoeling zijn schaars. Wel zijn gegevens bij waterschappen bekend dat juist in het voorjaar de N- en P-gehalten van oppervlaktewater toenemen. Dit wordt toegeschreven aan het uitrijden van mest, maar de bewijzen zijn niet eenduidig. In sommige gebieden is er een duidelijk verband, in andere niet. Toedienen voor de 1e snede leidt op basis van de beperkte data niet tot een hogere N-uitspoeling. Er zijn geen meetgegevens wat het effect is van een maand eerder stoppen met mest toedienen in de nazomer.

Er zijn geen effecten op de waterkwantiteit. Later uitrijden vermindert wel het risico van structuurschade.

### 3.10.6 Kostenefficiëncy

De kosten zijn sterk afhankelijk van de individuele bedrijfssituatie. Is elke kg gras van het eigen land nodig of heeft men in een ruime voederpositie. Is er extra mestopslagcapaciteit nodig of niet. Op ha basis kennen de kosten een grote range; van een paar euro tot 80 € per ha.

### 3.10.7 Inpasbaarheid in bedrijfsvoering

De maatregel is inpasbaar, maar sterk bepalend is het individuele weerjaar en de voederpositie van het bedrijf. Heeft het bedrijf elk kg gras nodig dan wil men zo vroeg mogelijk beginnen met bemesten en zo lang mogelijk doorgaan met bemesten. De maatregel wordt in de praktijk toegepast op meer dan 100 bedrijven.

### 3.10.8 Samenhang met andere maatregelen

De maatregel timing van de mesttoediening past in een breder pallet van activiteiten. Het gaat nauw samen met:

- Plan uw bemesting vooruit (factsheet 4).
- Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest (factsheet 11).
- Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe (factsheet 12).
- Stem de bemesting af op de N-mineralisatie (factsheet 13).

### 3.10.9 Kennishiaten en communicatie

Het belangrijkste kennishiaat is het niet aanwezig zijn van kwantitatieve meetresultaten met betrekking tot het effect van de maatregel. Dat vergt aanvullend onderzoek. Een juiste communicatie van de maatregel is van groot belang. Via communicatie dient helder aangegeven te worden wanneer grasgroei start. De communicatie rondom de bootregel dient te worden aangepast waarbij niet langer verwezen wordt naar 8 °C.

## 3.11 Realiseer optimale stikstofwerking in uw mest

### 3.11.1 Informatiebronnen

De informatie is gebaseerd op algemene kennis en recente en oudere proefresultaten.

- 
- Bussink, D. W., 1999. Niet gepubliceerde resultaten.
- Huijsmans, J. F. M., Hol, J. M. G. & Van Schooten, H. A., 2015. Ammoniakemissie bij het toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland (PRI-rapport 633). Wageningen: Plant Research International, Pp. 33.
- Schils, R. L. M., 1992. Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland (PR rapport 136). Lelystad: Proefstation Rundveehouderij, Paardenhouderij en Schapenhouderij.
- Schröder, J. & Bos, A. J., 2018. Gebruiksruimte anders verdelen tussen maïs en gras? Geraadpleegd in juni 2018, van [https://www.bemestingsadvies.nl/upload\\_mm/4/6/f/ea68ea17-04b5-4e58-9599-66286ad4ecee\\_I\\_JSchr\\_CBGV\\_MaïsEnGras\\_15februari2018.pdf](https://www.bemestingsadvies.nl/upload_mm/4/6/f/ea68ea17-04b5-4e58-9599-66286ad4ecee_I_JSchr_CBGV_MaïsEnGras_15februari2018.pdf)
- Triferto, z.d. PIADIN - het rendement per hectare. Geraadpleegd in juni 2018, van <http://www.triferto.eu/nl/nieuws/271/piadin---het-rendement-per-hectare>
- Van der Schans, D., Meuffels, G., Van der Schoot, J. R., van Dijk, W. & Vermeulen, B., 2010. Precisie plaatsing van drijfmest in maïs; Veldproeven met precieze plaatsing van mest ten opzichte van de maïsrij bij bemesten en zaaien in aparte werkgangen en het effect op bodemdichtheid en mineralenbenutting (PPO nr. 3250172710). Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

### 3.11.2 Praktijkvoorbeelden

De basisbemesting in de melkveehouderij is de eigen dierlijke mest. Onderzoek naar de samenstelling van dierlijke mest lijkt dan logisch maar wordt slechts door een klein deel van de veehouders gedaan. De maïs krap bemesten voor een hogere stikstofbenutting en wat meer mest naar het grasland is een maatregel die nog moet landen in de praktijk. Een beperkte gift op maïs wordt nu vooral toegepast in demoprojecten. Het verdunnen van mest wordt toegepast ter vermindering van de ammoniakemissie (en een hogere stikstofwerking) en om mest gemakkelijker te kunnen toedienen via bijvoorbeeld de sleepslangenmachine. Vooral in het veenweidegebied maar ook op zwaardere kleigronden wordt verdunnen van mest toegepast. Het toevoegen van nitrificatieremmers aan mest is in opkomst. Onduidelijk is of dit al veel wordt toegepast.

De meeste maatregelen verdienen zichzelf terug met uitzondering van het verdunnen van mest. Dat is een relatief dure maatregel. Communicatie over de maatregel zal vooral via de adviseur moeten plaatsvinden. Er is geen (kleine) rol voor de overheid of het waterschap als het gaat om communicatie. De gewenste betrokkenheid en activiteit van actoren is als volgt verdeeld (- = geen, x tot xxx = weinig tot veel activiteit):

- Agrariër xxx
- Adviseur/ketenpartij x
- Waterschap -
- Rijksoverheid -

### 3.11.3 Randvoorwaarden voor succes

Meer nadruk op communicatie helpt om de maatregelen gemeengoed te laten worden. Het verdunnen van mest wordt mogelijk een wettelijke vereiste in bepaalde situaties. Daarmee zal het meer worden toegepast hoewel de techniek tegelijk duurder wordt vanwege voorschriften met betrekking tot o.a. de borging.

### 3.11.4 Risico op falen

Het risico op falen is nihil.

### 3.11.5 Effectiviteit

De toepassing van de voorgestelde maatregelen leidt landbouwkundig tot een hogere N-werking van dierlijke mest. Naar verwachting pakt dit ook positief uit voor de waterkwaliteit. Er zijn echter geen meetresultaten die dit onderbouwen met uitzondering van maïs.



---

### 3.11.6 Samenhang met andere maatregelen

De maatregel past in een breder palet van activiteiten. Het gaat nauw samen met:

- Plan uw bemesting vooruit (factsheet 4).
- Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot half maart (factsheet 10).
- Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe (factsheet 12).
- Stem de bemesting af op de N-mineralisatie (factsheet 13).

### 3.11.7 Kennishiaten en aanbevelingen

Het grote kennishiaat is dat geen kwantitatieve informatie voorhanden is over het effect op de waterkwaliteit. Dit is een punt van aandacht in het onderzoek. Ook zou kunnen worden nagegaan in welke regio's de maatregelen nog maar beperkt wordt toegepast. Dat kan meer gerichte communicatie mogelijk maken. Hoewel de maatregelen bekend zijn verdient het sowieso aanbeveling om elk jaar te communiceren over de maatregelen.

## 3.12 Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe

### 3.12.1 Informatiebronnen

Naast toedieningstijdstip is de vorm van de meststof van invloed op het risico van uit- en afspoeling. De informatie is gebaseerd op een groot aantal veldproeven die vanaf 1960 hebben plaatsgevonden en na 1990 zijn geïntensiveerd. In deze proeven is vooral het effect van diverse meststoffen op de opbrengst en N-benutting gemeten. In een aantal rapporten/presentaties zijn de belangrijkste resultaten weergegeven (Bussink et al., 2013; Bussink, 2014; Den Boer et al., 2011).

Bussink, D. W., Boer, H. C., Boons-Prins, E. R. & Schils, R. L. M., 2003. Toetsing van voorjaarsmeststoffen op grasland; 2002 (NMI rapport 807.01). Wageningen: Nutriënten Management Instituut. pp.68.

Bussink, Wim, 2014. Tekort aan (kunst)mest? Hoe verdeel ik de kunstmest dynamisch? Geraadpleegd op [DATUM], van:

<https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies/Themadagen/Themadag-2014.htm>

Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt, z.d. Type meststoffen en hun werking en efficiëntie. Geraadpleegd in juni 2018, van

<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Type-meststoffen-en-hun-werking-en-efficientie.htm>

Den Boer, D. J., Holshof, G., Bussink, D. W. & Van Middelkoop, J. C., 2011. Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit (NMI rapport 1364.N.09). Wageningen: N, Wageningen, pp 95.

### 3.12.2 Praktijkvoorbeelden

Vooraf op grasland in het vroege voorjaar zijn positieve effecten te verwachten. Ook bij de teelt van maïs zijn positieve effecten mogelijk maar dat is tot op heden beperkt onderzocht. In de akkerbouw zijn in het vroege voorjaar of bij gewassen met een iel wortelstelsel positieve effecten mogelijk. De resultaten van proeven zijn wisselend. De maatregel wordt vooral in de melkveehouderij toegepast en is dan van toepassing op alle grondsoorten, waarbij de grootste effecten voor de waterkwaliteit zijn te verwachten op de zandgronden.

De maatregel is vooral een boerenmaatregel en verdient zichzelf terug. Communicatie over de maatregel zou vooral via de adviseur moeten plaatsvinden. Er is geen (kleine) rol voor de overheid of het waterschap als het gaat om communicatie. De gewenste betrokkenheid en activiteit van actoren is als volgt verdeeld (- = geen, x tot xxx is weinig tot veel activiteit):

- Agrariër xxx
- Adviseur/ketenpartij x
- Waterschap -
- Rijksoverheid -

### 3.12.3 Randvoorwaarden voor succes

Geen.

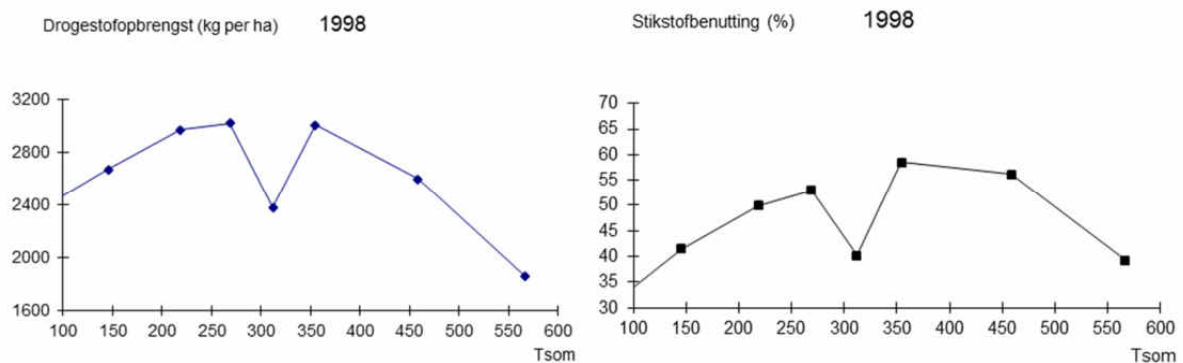
### 3.12.4 Risico op falen

Het risico op falen is nihil. In droge voorjaren kan het resultaat zijn dat geen verschil in werking waarneembaar tussen de diverse meststoffen en dus ook geen verschil in risico op uitspoeling.

### 3.12.5 Effectiviteit

Met de inzet van minder uitspoelingsgevoelige meststoffen wordt de stikstofbenutting in het voorjaar verhoogd en is er minder risico van uitspoeling. De voordelen komen het sterkst tot uiting bij zware buien. Het kan daarmee ook toe bijdragen dat de waterkwaliteit minder varieert. Echter kwantitatieve gegevens over de uitspoeling zijn er niet. De effectiviteit werd altijd afgemeten aan de N-benutting door het gewas.

Een voorbeeld van het effect van veel neerslag is een T-som proef uit 1998 van NMI waarin op 8 verschillende tijdstippen voor de eerste snede is bemest. Bij het tijdstip 2 maart (bij T-som 300) is een groot deel van de toegediende hoeveelheid stikstof (in de vorm van kas) verloren gegaan door overvloedige regenval (Figuur 3). Tussen 2 maart en 10 maart is 68 mm neerslag gevallen. Dat leidde tot een opbrengstderiving van ongeveer 600 kg drogestof per ha en een stikstofbenutting van maar 40%. Op het eerstvolgende tijdstip, 10 maart bij T-som 350, is tot eind maart slechts 10 mm neerslag gevallen met als gevolg geringe verliezen bij goede groeiomstandigheden en een hoge opbrengst en een stikstofbenutting van ongeveer 60%. Door de vele neerslag tussen 2 en 10 maart is dus minimaal 25 kg N/ha verloren gegaan.



**Figuur 3** Het effect van veel neerslag (68 mm) binnen een week na bemesting bij T-som 300 (2 maart) met 130 kg N per ha in de vorm van KAS op de opbrengst en stikstofbenutting

Er zijn geen effecten op de waterkwantiteit of bodemkwaliteit. De maatregel minder uitspoelingsgevoelige meststoffen past in een breder palet van activiteiten. Het gaat nauw samen met:

- Plan uw bemesting vooruit (factsheet 4).
- Stem tijdstip toedienen dierlijke mest af op behoefte en omstandigheden (factsheet 10).
- Optimale van stikstofwerkingscoëfficiënt van mest (factsheet 11).
- Het afstemmen van de bemesting op mineralisatie.

De kostenefficiëntie voor de waterkwaliteit is zeer hoog omdat de meststoffen niet of maar beperkt duurder zijn dan de standaard meststof kalkammonsalpeter en er een hogere gewasproductie

---

tegenover staat. De netto kosten bedragen 0 € per ha. De meststoffen zijn gangbaar en het wordt inmiddels ook veelvuldig toegepast op de bedrijven, mogelijk wel bij de helft van de melkveehouders.

### **Achtergrondinformatie (nitraat, ammonium, ureum, slow-release en langzaam werkende meststoffen)**

Gewassen nemen N op als nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) of ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). In de agrarische bemestingspraktijk worden vooral snelwerkende meststoffen toegepast. Deze bevatten nitraat en of ammonium en of ureum (dat snel wordt omgezet in ammonium). Nitraat is gemakkelijk opneembaar door de plant. Het wordt niet vastgelegd in de bodem en spoelt daardoor gemakkelijk uit. Onder natte omstandigheden is de  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie van nitraathoudende meststoffen door denitrificatie aanzienlijk hoger dan van ammonium of ureumhoudende meststoffen.

Ammonium is positief geladen en wordt goed geadsorbeerd door organische stof en kleideeltjes, daardoor spoelt het niet uit. Wel is er een risico van ammoniakvervluchtiging op basische gronden (de kalkrijke zeekleigronden). Ammonium kan ook door de plant worden opgenomen. De omzetting naar nitraat door micro-organismen verloopt in het vroege voorjaar langzaam vanwege de lage bodemtemperatuur. Bij hogere bodemtemperaturen (boven de 10 °C) wordt ammonium in een paar dagen omgezet naar nitraat. Het later in het groeiseizoen toepassen van meststoffen met een hoog ammoniumaandeel leidt daarom niet tot een verlaging van het uitspoelingsrisico. De inzet van nitrificatieremmers hebben vooral effect in het voorjaar.

Ureum wordt in de bodem snel omgezet naar ammonium. Dit kan leiden tot een hoge ammoniakemissie. Daarom worden nu veelal gestabiliseerde ureummeststoffen gebruikt, waardoor de ureumhydrolyse veel langzamer verloopt. Zolang ureum niet is omgezet naar ammonium kan het uitspoelen.

Op ammonium en nitraat gebaseerde meststoffen, zoals kalkammonsalpeter (KAS) en stikstofmagnesia, geven de hoogste stikstofbenutting en stikstofopname en de laagste ammoniakemissie, maar hebben onder natte omstandigheden de hoogste  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie en nitraatuitspoeling. Daarom is het raadzaam in het vroege voorjaar te kiezen voor meststoffen met een hoger ammonium aandeel. Bijkomend voordeel is dat bij lagere temperaturen gewassen een voorkeur hebben voor ammonium. Verder stimuleert ammonium de fosfaatopname.

Naast de snelwerkende meststoffen zijn er langzaam werkende meststoffen. Deze bevatten verbindingen die slechts heel langzaam worden omgezet naar ammonium en nitraat of het zijn gecoate meststoffen waarbij sprake is van een gecontroleerde afgifte van meststoffen. Deze meststoffen worden ingezet in heel specifieke teelten vanwege de hogere prijs. Qua opbrengst blijven ze soms achter bij snelwerkende meststoffen. Er vinden recentelijk veel ontwikkelingen plaats op het gebied van gecoate meststoffen. De nieuwste producten claimen een hogere opbrengst en minder uitspoeling. De inzet van deze meststoffen kan zinvol zijn bij de teelt van groentes en andere gewassen met een beperkt wortelstelsel.

#### 3.12.6 Kennishiaten en aanbevelingen

Het grote kennishiaat is dat geen kwantitatieve informatie beschikbaar is over het effect op de waterkwaliteit. Dit is een punt van aandacht in het onderzoek. Ook zou kunnen worden nagegaan in welke regio's de maatregel nog maar beperkt wordt toegepast. Dat kan meer gerichte communicatie mogelijk maken. Hoewel de maatregel bekend is verdient het sowieso aanbeveling om elk jaar te communiceren over deze maatregel.

## 3.13 Afstemmen N-kunstmestgift in melkveehouderij op mineralisatie

### 3.13.1 Informatiebronnen

De informatie uit de factsheet is gebaseerd op diverse rapportages van onderzoeksresultaten (Schils, 1988; Wouter & Hassink, 1996; Bussink et al., 2002; Holshof & Willems, 2004; Verloop et al., 2007;

---

Ros et al., 2012; Ros & Van Eekeren, 2012). Deze info is in de factsheet gebruikt om kort weer te geven hoe de mineralisatie van invloed is. De relevante achtergrondinformatie is hieronder weergegeven.

- Bussink, D. W., Holshof, G., Vergeer, W. N., Schils, R. L. M. & Bakker, R. F., 2002. Efficiënter stikstofgebruik bij lage bemestingsniveaus op grasland. Gezamenlijke studie van NMI en PV. Wageningen: Nutriënten Management Instituut, pp.139.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. 2005. Adviesbasis bemesting Grasland en Voedergewassen, redactie Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group (P-ASG) van Wageningen UR.
- Holshof, G. & Willems, J., 2004. Invloed eerder opstallen en verlagen stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraatconcentratie in bovenste grondwater (Praktijkrapport rundvee 44). Lelystad: Animal Science Group, pp 50.
- Ros, G. H. & Van Eekeren, J. M., 2012. Evaluatie NLV-concept voor CBGV. Is een update nodig? Wageningen: Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- Ros, G. H., Van Schöll, L. & Bussink, D. W., 2012. N-advies op nieuwe leest (NMI rapport 1248.N.07). Wageningen: Nutriënten Management Instituut.
- Schils, R. L. M., 1988. Verfijning stikstofbemesting op grasland met nitraatsneltest. In: Waiboerhoeve 1987. Verslag van praktijkgericht onderzoek (PR-publicatie 56, 11-16). Lelystad.
- Schröder J. J., 2018; Themadag 15 februari 2018 'Mest verdelen: de sleutel bij lagere bemestingsnormen?' Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- Verloop, J., Hilhorst, G. J. & Oenema, J., 2007. Stikstof mineralisatie op melkveebedrijf 'De Marke'. Analyse van waarnemingen en van hun betekenis voor het management (Rapport 132). Wageningen: Plant Research International.
- Wouters, A. P. & Hassink, J., 1996 Bijsturen van de N-bemesting tijdens het seizoen. In: Loonen, J.W.G.M. & Bach-de Wit, W.E.M. (eds.) Stikstof in Beeld. Naar een nieuw bemestingsadvies op grasland, 60-77.

### 3.13.2 Achtergrondinformatie

De temperatuur en de vochtvoorziening zijn van invloed op de mineralisatie uit mest en bodemorganische stof. Op grasland wordt via grondonderzoek het stikstof leverend vermogen (NLV) als maat voor de verwachte stikstofmineralisatie gebruikt. Uit analyse van proeven en modelberekeningen (Ros et al., 2012) blijkt dat de echte N-levering sterk kan variëren tussen weerjaren en wel tot maximaal 100 kg/ha. Dit komt overeen met maximaal 60 kg/ha N meer of minder stikstofbemesting op jaarbasis. Modelberekeningen met Minip laten zien dat een 2 graad hogere temperatuur dan normaal en vochtige omstandigheden 20-30% meer mineralisatie geeft.

Ook een 20 jarige monitoringproef op proefbedrijf De Marke laat zien dat er een groot verschil is tussen weerjaren. Zo is de gemeten mineralisatie in warme en natte jaren ruim 40% hoger dan in koude en natte jaren. Koude en droge jaren en warme en droge jaren zaten hier tussen in (Verloop et al., 2007). Vertaald naar het stikstofbemestingsadvies betekent dit bemesten volgens een 20% hogere NLV in een warm en nat jaar en een 20% lagere NLV in een koud en nat jaar. In werkelijkheid zal de gemiddelde maandtemperatuur soms duidelijk hoger zijn dan normaal maar soms gelijk of lager dan normaal. Bemesting vindt plaats op snede basis. Het probleem is dat de trend van het weer maar ongeveer voor een periode van twee weken kan worden voorspeld. Praktisch gezien kan het weerbeeld van de afgelopen periode en de periode rondom bemesten als maatstaf worden genomen voor de correctie van het eerst volgende snede advies. Bij koud en nat weer kan uitgegaan worden van een 20% lagere NLV en bij warm en nat weer van een 20% hogere NLV. Praktisch betekent dit een korting op de snedegift van respectievelijk 6, 9 of 15% bij een NLV van respectievelijk 150, 200 en 250 kg N per ha (Tabel 3). Is het weerbeeld koud en nat dan geldt het omgekeerde. Vertaald naar grondsoorten betekent dit een korting/verhoging van respectievelijk 15% op veengrond en 7,5% op alle andere gronden. De extra mineralisatie uit mest bij een jaargift van 60 m<sup>3</sup>/ha bedraagt op jaarbasis bij warm en nat weer maximaal 4-5 kg N/ha of wel ongeveer 1 kg N/ha per snede.

**Tabel 3** Het effect van een 20% hogere NLV op het N-advies

NLV	Jaaradvies		Effect 20% hogere NLV op de verlaging van de stikstofjaargift	
	Weiden en maaien	Alleen maaien	Weiden en maaien (kg N/ha (%))	Alleen maaien (g N/ha (%))
100	359	413	10 (3)	13 (3)
	349	400		
150	334	381	19 (6)	18 (5)
	315	363		
200	302	350	27 (9)	27 (8)
	275	323		
250	268	314	39 (15)	36 (12)
	229	278		

De N-werking uit het organische deel van in het vroege voorjaar toegediende rundermest bedraagt gemiddeld 20% en van in de zomer toegediende mest 13%. Op jaarbasis wordt veelal 60 m<sup>3</sup> mest per ha toegediend in twee of drie giften (bijvoorbeeld 25 voor de 1<sup>e</sup>, 20 voor de 3<sup>e</sup> en 15 voor de 5<sup>e</sup> snede). Op jaarbasis komt dit overeen met ongeveer 20 kg N per ha. In warme en natte jaren kan 4-5 kg N per ha extra beschikbaar komen, ofwel maximaal ongeveer 1 kg N per snede. Deze hoeveelheid is dermate klein dat hier praktisch gezien geen rekening mee kan worden gehouden.

Indien percelen overwegend gemaaid worden zal het rekening houden met de N-mineralisatie weinig effect hebben op het risico op N-uitspoeling. Op maaipercelen is dit risico sowieso laag.

Op percelen met weidegang mag enig effect worden verwacht op de hoeveelheid N<sub>min</sub> in het najaar.

### Beweiding

De stikstof uit urineplekken draagt bij aan de gewasproductie en werkt door in latere sneden.

Onderzoek van Wouters & Hassink (1996) gaf aan dat het achterwege laten van de N-bemesting in een aantal gevallen geen significant lagere opbrengst gaf dan bij bemesten volgens advies. Dit was het geval in augustus, wanneer na overwegend weiden gedurende het seizoen de hoeveelheid N<sub>min</sub> in de bodemlaag 0-30 cm hoger was dan 30 kg/ha. Per kg stikstof was de meeropbrengst minder dan 6,0 kg ds/ha. De vuistregel is dat elke kg stikstof minimaal 7,5 kg ds/ha op moet brengen om lonend te zijn. Ook Schils (1988) vond dat een korting op de N-gift bij beweiden op kleigrasland vaak terecht was. Verwacht mag worden dat het N<sub>min</sub> gehalte in het najaar lager is indien de laatste bemesting achterwege blijft, waardoor het risico op N-uitspoeling afneemt.

### 3.13.3 Praktijkvoorbeelden

Rekening houden met een hogere of lagere mineralisatie uit de bodem en mest als gevolg van de weersomstandigheden gebeurt nog weinig. Op de site van NMI was een applicatie beschikbaar die aangeeft hoeveel extra mineralisatie is te verwachten uit grond en mest op maandbasis voor elke locatie in Nederland rekening houdend met de voorgaande bemesting en de grondsoort. Yara heeft een app beschikbaar (GrassN.com) die ook rekening houdt met de actuele mineralisatie en daar het bemestingsadvies op aanpast. Deze toepassingen kenden een beperkt gebruik.

Het eerder stoppen in het najaar met de bemesting wordt nauwelijks toegepast in de praktijk. Dat geldt ook voor het rekening houden met het niveau van N<sub>min</sub> op overige beweidde percelen. Ongeveer 15 jaar geleden is er een op grondonderzoek gebaseerd advies geweest (voor de achtergrond zie Bussink et al., 2002).

Bij maïs kan alleen gestuurd worden aan de voorkant door de N-bemesting structureel te verlagen. Dat gebeurt nog maar beperkt, terwijl juist bij maïs de grootste effecten op een verbetering van de waterkwaliteit te verwachten zijn.

De mineralisatiesnelheid is sterk weer (vooral temperatuur) gerelateerd. Het beter afstemmen van de kunstmestgift op de bodemmineralisatie biedt voor de melkveehouderij en akkerbouw mogelijkheden op alle grondsoorten. De grootste effecten zijn te verwachten op gronden met een hoge NLV (hoog organisch stofgehalte) en wel de veengronden. Ook uit het organisch deel van mest kan extra mineralisatie optreden bij hogere temperaturen, maar de bijdrage uit mest is geringer dan vanuit de

---

bodem. Een betere afstemming van de stikstofgift op de mineralisatie heeft op grasland een klein effect op de waterkwaliteit. Het grootste effect is te verwachten bij maïs.

De toepassing van de maatregel ligt vooral bij de agrariër. De maatregel kost geen geld maar vergt vooral extra aandacht van de agrariër en van zijn of haar adviseur. Overheden zouden de ontwikkeling van technische hulpmiddelen kunnen faciliteren. De gewenste betrokkenheid en activiteit van actoren is als volgt verdeeld (- = geen, x tot xxx is weinig tot veel activiteit):

- Agrariër xxx
- Adviseur/ketenpartij x
- Waterschap x
- Rijksoverheid x

### 3.13.4 Risico op falen

Een belangrijke randvoorwaarde om gedurende het groeiseizoen succesvol rekening te houden met de weersafhankelijke mineralisatie is dat het verwerkt is in een geautomatiseerd N-advies. Op deze manier vergt het geen extra inspanning voor de ondernemer. Binnen de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen is aandacht voor de ontwikkeling van een dynamisch N-bemestingsadvies. Het NMI heeft een prototype beschikbaar.

Het eerder stoppen met de bemesting zal vooral bepaald worden door de ruwvoerpositie van de ondernemer. Het kan leiden tot een tragere groei. Vooral onder vochtige en warme omstandigheden neemt dan het risico op kroonroest sterk toe waardoor de smakelijkheid van het gras achteruit gaat. Bij de teelt van maïs wordt alle bemesting rond de zaai van het gewas gegeven. De bemesting kan niet tussentijds worden bijgestuurd. Generiek een korting toepassen van 40 kg N per ha op het advies geeft een lagere N<sub>min</sub> na de oogst en nauwelijks opbrengstderving. Dit advies is opgenomen in de Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen. Het kost 1-2% opbrengst. Berekeningen laten zien dat het daarmee mogelijk wordt om beneden de 50 mg nitraat per liter uit te komen (Schröder, 2018). Voor grasland zijn geen meetgegevens bekend hoe beter inspelen op de mineralisatie uitwerkt voor N<sub>min</sub> in het najaar en het risico op stikstofuitspoeling.

Er zijn geen effecten op de waterkwantiteit of op de bodemkwaliteit.

De maatregelen passen in een breder palet van activiteiten. Bij de teelt van maïs gaat het nauw samen met:

- het succesvol telen van een groenbemester door maïsrassen te telen die vroeg geoogst kunnen worden (factsheet 21 Zaai een vanggewas of groenbemester onder of na het maïsgewas).

Op grasland gaat de maatregel samen met:

- Plan uw bemesting vooruit (factsheet 4).
- Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ maart (factsheet 10).
- Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest (factsheet 11).
- Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe (factsheet 12).

De kostenefficiëntie voor de waterkwaliteit is zeer hoog. Bij maïs weegt de geringe productiedaling ongeveer op tegen de besparing aan stikstofmeststof. Beter rekening houden met de stikstofmineralisatie op grasland kost alleen extra geld voor grondonderzoek op grasland. Het kan tot een besparing op meststof leiden en de gewaskwaliteit wat verbeteren. Per saldo is de verwachting dat de kosten tussen de 0 en 5 € per ha bedragen.

De maatregelen zijn goed inpasbaar in de bedrijfsvoering. Daarbij geldt wel dat er een dynamisch bemestingsadvies instrument beschikbaar moet zijn voor de agrariër voordat het spontaan wordt ingevoerd. Het rekening houden met de N-mineralisatie op beweide percelen vergt een extra handeling van de boer voor het laten nemen van een grondmonster. Kortten van de N-gift op maïs zal spontaan worden ingevoerd, vanwege het grote effect op de waterkwaliteit en er eigenlijk geen nadelen zijn voor de boer.

De bovengenoemde maatregelen worden op een beperkt aantal bedrijven toegepast, waarbij het korten op de N-gift bij maïs waarschijnlijk het meest wordt toegepast (maar bij minder dan 100 bedrijven).

---

Het wordt aangeraden om in de communicatie veel aandacht te besteden aan deze maatregelen. Voor het onderzoek ligt een opgave om de effecten op de waterkwaliteit beter te kwantificeren en om het concept van dynamisch bemesten verder te ontwikkelen.

## 3.14 Dremfels in ruggenteelt

### 3.14.1 Informatiebronnen

- Cauffman, D., 2012. Eindverslag BodemBreed teeltjaar 2010-2011. vzw PIBO-campus. Interreg project BodemBreed, 50 p. Bodemkundige Dienst van België.
- Geelen, P. & Van Hommerig, P., 2002. Beperking van erosie in aardappelen door het aanleggen van dremfels in aardappelgeulen. Resultaten van het oriënterende onderzoek in 2001. Projectrapport nr. 1115105a, 26 p. PPO-WUR
- Geelen, P. M. T. M., Crombach, C. J. E. & Bus, C. B., 2004. Beperking van watererosie in aardappelen op lössgrond (PPO-projectrapport nr. 5154087). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente.
- Lambrechts, J., 2005. Aardappeldremfels: praktijkervaring. Resultaten 2004. België: Landbouwcentrum aardappelen, 89p.
- Meuffels, G., 2011. Strokenvergelijking / demonstraties Nederlands Limburg 2010. Interreg project BodemBreed. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Nederland. 126 p.
- Meuffels, G., 2012. Strokenvergelijking / demonstraties Nederlands Limburg 2011. Interreg project BodemBreed. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Nederland. 113 p.
- Poulet, V., Xanthoulis, Fonder N., & Lebrun, P. & Barthelemy, J. P., 2010. Dremfels tussen de aardappelruggen om afspoeling en erosie tegen te gaan. België: Landbouwcentrum Aardappelen, 6 p.
- Reubens, B., Ruysschaert, G., D'Hose, T. & D'Haene, K., 2012. Eindrapport BodemBreed Interreg: overzicht van resultaten, inzichten en aanbevelingen. België: Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke. 147 p.

### 3.14.2 Achtergrondinformatie

Dremfels in ruggenteelten zijn relatief nieuw in Nederland. Enkele telers werken er al mee. In het 6<sup>de</sup> Actieprogramma Nitraatrichtlijn is aangekondigd dat het vanaf 1 januari 2021 verplicht is om in ruggenteelten op klei- en lössgronden zodanige maatregelen te nemen dat oppervlakkige afspoeling van het perceel bemoeilijkt wordt door minimale aanleg van waarneembare hindernissen, zoals bijvoorbeeld dremfels of dremfeltjes, of geultjes die niet afwateren op oppervlaktewater, op of rond het perceel, zodat oppervlakkige afspoeling naar nabijgelegen wateren bij normale weersomstandigheden (neerslag) voorkomen wordt. Voor de aanleg van de dremfels zijn verschillende soorten machines ontwikkeld, en daarmee toepasbaar in de praktijk. Verwacht wordt dat door het verplichtstellen van de maatregel per 1 januari 2021 voor klei- en lössgronden de beschikbaarheid van de machines bij loonwerkers en telers sterk zal toenemen.

### 3.14.3 Beschikbaarheid empirische gegevens

Het rapport van Geelen et al. (2004) beschrijft een onderzoek dat is uitgevoerd van 1998 tot en met 2002 waarin een tiental methoden zijn vergeleken om watererosie in aardappelen op de hellingen van de lössgrond van Zuid-Limburg tegen te gaan. Geconcludeerd werd dat dremfels in de geulen tussen de ruggen een perspectiefvolle maatregel is. Dit is vooral perspectiefvol als dit wordt gecombineerd met een iets grovere ligging van de ruggen en het minimaal verdichten van de geulen zodat neerslag snel kan wegzakken. Geelen et al. (2004) maken de volgende opmerkingen bij dit deel van hun onderzoek;

- 1) In 2002 bleek dat op de objecten waar met aanaardkappen was gewerkt, veel minder water en grond afstroomde dan waar met de frees was gewerkt en dat het water in de niet bereiden geulen later begon te stromen dan in de bereiden geulen. Dit is niet verrassend; in de lossere structuur vindt het water gemakkelijker een weg naar beneden, de grond in.
- 2) Ook in 2002 is duidelijk aangetoond dat dremfels in de geulen effectief zijn om de afstroming van water en grond verder te beperken. Dat de dremfels in de proefopstelling uiteindelijk wel

wegspoelden, had met de extreme hoeveelheid water te maken en het verkennen van de grenzen. Er werd berekend met 27 mm neerslag in vier minuten, vervolgens vijf minuten geen neerslag en daarna nog eens met 27 mm in vier minuten, terwijl het volgens de gegevens van het KNMI (bron KNMI) maar eens per 100 jaar voorkomt dat er 27 mm of meer valt in 15 minuten.

Reubens et al. (2012) melden in hun literatuurstudie in het kader van Interreg project BodemBreed. dat drempels tussen de ruggen in aardappelteelt effectief zijn om de afstroming van water en gronddeeltjes te voorkomen. Deze effecten werden bevestigd door praktijk en onderzoek in Nederland, Vlaanderen en Wallonië. Dit onderzoek geeft verder aan dat de aardappelopbrengst met en zonder drempels sterk vergelijkbaar is, en dat het verminderde water- en sedimentverlies ook een opmerkelijk lager verlies van fytosanitaire producten inhoudt. De aanleg van de drempels zou weinig praktische problemen opleveren, hoewel de praktijk leert dat het succes afhangt van weers- en bodemomstandigheden. Zo resulteert een onvoldoende losse grond vaak in minder hoge drempels en bij hevige neerslag kunnen de drempels vernietigd worden en hun functie verliezen. Belangrijk is dat de drempels de tijd krijgen om te stabiliseren (lichte neerslag nodig na de aanleg). Bij te hevige regenval kan het aan te bevelen zijn om de drempels door te steken, om ernstiger schade te voorkomen. Nadelen zijn mogelijk moeilijkheden bij het loofklappen en rooien, waarbij de klapper of rooibek teveel beweegt en de rooidiepte varieert. Een mogelijkheid zou de toepassing van een soort "drempelwisser" kunnen zijn.

In het kader van BodemBreed is veldonderzoek uitgevoerd (Reubens et al., 2012). In Nederlands Limburg werd in op perceel 'Géron' (hellingslengte van 405 meter en een gemiddeld hellingspercentage van 4,4%) een proef met verschillende drempelafstanden aangelegd waarbij de hoeveelheid afstromend water en sediment onderaan het geploegde deel van het perceel tussen 2 juni en 22 september 2011 in bakken werd opgevangen (Tabel 4). Er werd een aantal keer kunstmatig berekend om forse buien te simuleren. De objecten met drempels op 45 en 90 cm afstand werden twee keer minder berekend wat in een lagere hoeveelheid neerslag resulteerde. Bij de vergelijking van het percentage afspoeling werd hiermee geen rekening gehouden. De afstand en hoogte van de drempels hing af van de gebruikte machine. De hoogte van de drempels werd bij de aanleg gemeten en varieerde van tot 7,5 tot 9 cm. De metingen laten duidelijk zien dat het maken van drempels op een geploegd perceel afspoeling van water en sediment zeer sterk kan reduceren. De afname aan sediment bedroeg bij drempels op onderlinge afstand van 160 cm (aangelegd met Cottard drempelvormer) 98%. De drempels op een afstand van 45 cm (aangelegd met Agri Maas drempelvormer) gaven ook een vermindering van afspoeling (99% minder afspoeling aan sediment). De drempels op een onderlinge afstand van 90 cm (aangelegd met Agri Maas drempelvormer) waren lager bij de aanleg en lijken makkelijker weg te spoelen en later in het seizoen minder bescherming te bieden. Ook bij het NKG bewerkte deel lijkt het wegspoelen van drempels een probleem. Op 'Proefboerderij perceel 1 - C' (NKG) en 'Huls 2011' (ploegen), waar ook met aardappeldrempels geëxperimenteerd werd, was de hoogte van de verschillende drempels bij de oogst ongeveer gehalveerd.

**Tabel 4** Metingen van afgestroomd water en sediment op het geploegde deel van het perceel 'Géron' in de periode 2 juni – 22 september 2011 (naar Meuffels, 2012)

Afstand tussen de drempels (cm)	Geen	160*	45**	90**
Hoogte van de drempels bij aanleg (cm)	-	9,0	8,0	7,5
Hoogte van de drempels op 22 september (cm)	-	3,6	3,0	0,6
Lengte van de drempels (cm)	-	30	20	20
Neerslag (mm)	334	326	270	273
Water opgevangen (liter)	311	252	208	240
Sediment opgevangen (kg)	881	20	13	295
Bodemverlies (% relatief t.o.v. geen drempels)	100	2,3	1,5	33,5

\*: aangelegd met Cottard drempelvormer, \*\*: aangelegd met Agri Maas drempelvormer

In 2011 werd het effect van drempels op een afstand van 105 cm en 8 cm hoog bij 3 Vlaamse aardappelpercelen visueel beoordeeld. Tegen het einde van het groeiseizoen waren de drempels op hellende percelen doorbroken. Niettegenstaande hadden de drempels zeker gedurende een bepaalde periode de snelheid van het afstromende water afgeremd (Cauffman, 2012). In 2010 werden op



---

percelen 'Hollandse Stal', 'M. Heerweg', 'Putveld', 'Bocholtz Simons 2010', 'Van Hoven, Ransdaal' en 'Van Hoven, Sibbe' in Zuid Limburg zowel op geploegde als NKG-percelen drempels tussen de ruggen aangelegd, maar werden geen metingen van afstroming uitgevoerd. Wegens de beperkte regenval in 2010, kon geen effect van de drempels vastgesteld worden met uitzondering van het perceel 'Putveld' waar de afspoeling door water en sediment duidelijk minder was bij de aanleg van drempels. Drempels tussen de aardappelruggen lijken hiermee een goed alternatief voor het voorkomen van afspoeling in de teelt van aardappelen, zowel bij NKG als ploegen. Door de aanleg van de drempels wordt de waterberging verhoogd zodat de hoeveelheid afgespoeld water en sediment sterk beperkt wordt (Meuffels, 2011).

Belangrijk bij het maken van drempels is dat deze bij het poten of op zeer korte tijd na het poten worden aangelegd. Dit om ervoor te zorgen dat voldoende losse grond beschikbaar is voor het maken van de drempels. Te lang wachten zorgt ervoor dat de grond inzakt en minder grond door de schepjes van de drempelmachines bij elkaar wordt gebracht of dat de peddels van de drempelvormer onvoldoende in de grond kunnen dringen. Daarnaast dient bij het poten of aanaarden de bodem tussen de ruggen voldoende losgemaakt te worden. Hierdoor zijn voldoende hoge drempels te vormen. Ook voor een betere infiltratie van regenwater is het van belang dat de bodem tussen de ruggen voldoende los wordt gemaakt (Meuffels, 2011).

#### 3.14.4 Consensus en discussiepunten

Over de effectiviteit van de maatregel in hellende gebieden bestaat geen discussie. In België heeft men per 1 januari 2016 de maatregel verplicht gesteld voor de aardappelteelt op erosiegevoelige gronden. De discussie in Nederland hangt samen met kennishiaten ten aanzien van de effectiviteit op vlakke gronden en of de maatregel nadelig werkt in situaties met een grote neerslag. De toepassing van de maatregel in teelten waarin frequent berijding en/of grondbewerking plaats vindt lijkt ongunstig uit ergonomisch oogpunt. In welke mate dit te ondervangen is door vaste rijpaden aan te houden en in deze rijpaden geen drempels aan te leggen is nog onduidelijk.

#### 3.14.5 Kennishiaten

De volgende kennishiaten zijn geïdentificeerd:

- Het effect van de maatregel is alleen in hellende, erosiegevoelige gebieden experimenteel onderzocht. Voor de Nederlandse situatie met vlakke percelen zijn geen gegevens uit veldonderzoek bekend.
- De optimale drempelhoogte en drempelafstand is onderzocht op lössgronden. Voor andere grondsoorten zouden andere waarden kunnen gelden. Hier zijn echter nog geen gegevens van bekend.
- Het effect van vaste rijpaden, ter ondervanging van ergonomisch nadelige omstandigheden in teelten met frequente berijding, in combinatie met drempels in ruggenteelten is niet bekend.
- Het effect van de maatregel in combinatie met andere maatregelen is niet bekend. Uit oogpunt van klimaatadaptatie is te verwachten dat in de toekomst meer druppelirrigatiesystemen toegepast gaan worden in kapitaalintensieve teelten. Of de maatregel te combineren is met dergelijke systemen is onduidelijk.

### 3.15 Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren

#### 3.15.1 Informatiebronnen

De informatie uit de factsheet is gebaseerd op diverse rapportages (De Vlieger et al., 2011; Rietra et al., 2008; Stowa, 2012; Van Schooten & Van Houwelingen, 2017). Deze info is gebruikt om weer te geven wat de nutriëntenlevering uit slootbagger is en hoe slootbagger het beste kan worden toegediend aan de percelen.

De Vlieger, B., Van de Weerd, H. & Reeze, A., 2011. Effecten baggeren op ecologie weteringen. Onderzoek naar de bijdrage van kwaliteitsbaggeren (Rapport 075982257:0.2). Apeldoorn: Arcadis Nederland BV.

---

Rietra, R., Van Beek, C. & Harmsen, J., 2008. Uitspoeling van stikstof en fosfaat na toediening van slootbagger op veengrond. Een verkennende laboratoriumstudie (Alterra rapport 1703) Wageningen: Alterra.

Stowa, 2012. Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten (Rapport 2012-40). Amersfoort: STOWA. Geraadpleegd in juni 2018, van <https://www.stowa.nl/publicaties/baggernut-maatregelen-baggeren-en-nutriënten>

Van Schooten, H. A. & Van Houwelingen, K. M., 2017. Bemestende waarde van bagger in het voorjaar. Resultaten van éénjarig oriënterend onderzoek op veenweidegrond (Rapport 1075). Wageningen: Wageningen Livestock Research.

### 3.15.2 Praktijkvoorbeelden

Het baggeren van sloten is vooral nodig in de veenweidegebieden. Het gangbare systeem was het op de kant zetten van de slootbagger om het vervolgens lokaal te verspreiden. De laatste jaren wordt meer en meer een baggerpomp ingezet waarbij de bagger gelijk verspreid wordt over het perceel. Het tijdig baggeren bevordert een goede waterafvoer van het perceel en verbetert de waterkwaliteit omdat een nutriënt rijke laag uit de watergang wordt verwijderd. In andere gebieden vindt ook uitdiepen van sloten en watergangen plaats, maar met een veel lagere frequentie dan in het veenweidegebied (eens in de 4-5 jaar). Dit is een vorm van onderhoud die niet met een baggerpomp kan worden uitgevoerd.

De gewenste betrokkenheid en activiteit van actoren is als volgt verdeeld (- = geen, x tot xxx is weinig tot veel activiteit):

- Agrariër xxx
- Adviseur/ketenpartij x
- Waterschap xx
- Rijksoverheid -

### 3.15.3 Succes en risico's

Het baggeren zelf kent geen risico's. De toegepaste technieken zijn bewezen. Wel kan blijken dat de bagger verontreinigd is en afgevoerd moeten worden. Verder is het tijdstip van baggeren van invloed op de mate van schade aan de grasmat. De baggerpomp inzetten in het groeiseizoen geeft bedekkingsschade en leidt tot besmeuring van het gras.

### 3.15.4 Effectiviteit

Baggeren is een effectieve maatregel voor het verbeteren van de waterkwaliteit. Het verlaagt de kans op eutrofiëring, de zuurstofhuishouding in de watergang verbetert en de biodiversiteit van de watergang verbetert. Door het baggeren neemt de afvoercapaciteit van de watergang toe. Dit verlaagt de kans op wateroverlast na zware buien. Met bagger wordt nutriëntenrijk materiaal op de bodem gebracht. Uit de tot dusver uitgevoerde proeven (Van Schooten & Van Houwelingen, 2017) blijkt de slootbagger nauwelijks bemestende waarde te hebben en geen effect te hebben op de bodemkwaliteit. Dit is in tegenspraak met de algemene gedachte dat er veel nalevering is uit de bagger. Een verklaring voor de geringe nutriëntwerking kan zijn dat de huidige slootbagger vooral bestaat uit van het perceel afkomstige gronddeeltjes die via bagger weer worden teruggebracht op het perceel.

De kostenefficiëntie voor de waterkwaliteit is zeer hoog, zolang er geen bagger behoeft te worden afgevoerd. Per saldo zijn vrijwel geen positieve of negatieve opbrengsteffecten op de gewasproductie, mits de uitvoering in het najaar of vroege voorjaar gebeurt. Kwantitatieve gegevens in hoeverre de waterkwaliteit wordt verbeterd zijn niet in de literatuur aangetroffen. Per saldo is de verwachting dat de jaarlijkse kosten rond de 10 euro per ha per jaar bedragen wanneer eens in de 4-5 jaar wordt gebaggerd en zonder afvoer van de bagger.

### 3.15.5 Inpasbaarheid

Baggeren is goed inpasbaar in de bedrijfsvoering, het is al sinds jaar en dag praktijk. De verschuiving naar het inzetten van de baggerpomp komt meer en meer op gang. In één handeling is de sloot gebaggerd en is de bagger goed verspreid over het perceel. De maatregel wordt op een belangrijk

---

deel van de veenweidebedrijven ingezet. Via gerichte communicatie kan deze maatregel verder onder de aandacht worden gebracht met daarbij de focus op hoe de maatregel in te zetten met minimale schade voor het perceel en de teelt.

### 3.15.6 Kennishiaat, communicatie en aanbevelingen

Uit het tot dusver uitgevoerde onderzoek blijkt dat de bagger nauwelijks landbouwkundige werking heeft. Dit zou nog eens herhaald kunnen worden in een andere regio met een andere landbouwkundige geschiedenis. Het effect op de waterkwaliteit is slecht onderzocht. Van belang daarbij is om te kijken of er veel verschil zit in effecten op de waterkwaliteit en of het biologisch herstel van de sloot bij baggeren op verschillende tijdstippen in het jaar anders verloopt.

## 3.16 Grondbewerking ongelijke en hellende percelen

### 3.16.1 Informatiebronnen

- De Roo, A. P. J., Van Dijk, P. M., Ritsema, C. J., Cremers, N. H. D. T., Stolte, J., Oostindie, K., Offermans, R. J. E., Kwaad, F. J. P. M. & Verzandvoort, M. A., 1995. Erosie normeringsonderzoek Zuid-Limburg, veld- en simulatiestudie (rapport 364.1). Wageningen: DLO Staring Centrum.
- Geelen, P. M. T. M., 2006. Handboek Erosiebestrijding. Interreg project Erosiebestrijding. Provincie Limburg (B), Hasselt, 100 pp.
- Hessel, R., Stolte, J. en Riksen, M., 2011. Huidige maatregelen tegen water- en winderosie in Nederland., Alterra-rapport 2131. Wageningen UR, 50 p.
- Kwaad, F. J. P. M. & Van Mulligen, E. J., 1991. Cropping system effects of maize on infiltration, runoff and erosion on loess soils in South Limbourg (The Netherlands): a comparison of two rainfall events, *Soil Technology 4*, issue 3, pp. 281-295.
- Maring, L., Van Gaans, P. & Niessen, A. (eds), 2008. Prioritaire gebieden bodembeheer in Nederland – waar hebben we het over in de Europese Richtlijn Bodem. Initiatiefgroep prioritaire gebieden Europese Richtlijn Bodem, Utrecht, 63 p.
- Schouten, C. J., Rang, M. C. & Huigen, P. M. J., 1985. Erosie en wateroverlast in Zuid-Limburg. *Landschap 2*: pp 118-132.
- Stolte, J., Ritsema, C. J. & Li, T., 1999. Invloed van verschillende landinrichtingsscenario's op de bodem- en waterafvoer in het zuidelijk deel van de ruilverkaveling Groesbeek (Rapport 644). Wageningen: DLO-Staring Centrum.
- Van Essen, P., Toepoel, A., Defrijn, S., Stolte, J., Mathijs, E., De Graaf, J. & Verzandvoort-Van Dijk, S., 2006. Acceptatie van erosiebestrijdingsmaatregelen. Interreg project erosiebestrijding. Wageningen: Alterra.
- Vermeulen, B., 2011. Alternatieven voor niet kerende grondbewerking. Literatuurstudie erosiebestrijding in combinatie met ploegen op lössgronden. BodemBreed Interreg. <http://edepot.wur.nl/185829>

### 3.16.2 Consensus en discussiepunten

Over de effectiviteit van de maatregel in hellende gebieden bestaat geen discussie. Discussie bestaat wel over de effectiviteit in vlakke gebieden. Argumenten zijn dan de praktische uitvoerbaarheid en de grootte van de kop- en wendakkers als een langwerpige perceel de grootste lengte heeft in de richting van de (geringe) maaiveldhelling.

### 3.16.3 Kennishiaten

Kennishiaten betreffen de kwantificering van het effect van de maatregel in gebieden met geen of geringe helling. Voor deze gebieden zijn voor Nederlandse omstandigheden geen gegevens bekend. Rekenmethoden die water- en bodemverlies berekenen als gevolg van erosie en oppervlakkige afspoeling gaan meestal uit van een bepaalde helling. In de internationale context wordt vaak gebruik gemaakt van de Universal Soil Loss Equation. Toepassing van dit model voor Nederlandse vlakke percelen leidt niet tot realistische uitkomsten.

---

### 3.16.4 Rijk voor de praktijk?

Contourploegen is al lange tijd onderdeel van "goede landbouwpraktijk" in hellende gebieden. In gebieden waar regels voor erosiepreventie van kracht zijn, is contourbewerking één van de eerste maatregelen die getroffen wordt.

### 3.16.5 Achtergrondinformatie

Hessel et al. (2011) geven een overzicht van maatregelen in het kader van de watererosieproblematiek in Nederland. Contourbewerking is hierin een belangrijke maatregelen. Om een beeld te krijgen welke maatregelen aanvullend aan contourbewerking genomen zouden kunnen worden is een paragraaf uit het rapport van Hessel et al. (2011) overgenomen.

Het bestrijden van watererosie richt zich op (i) het verlagen van de snelheid van afstromend water en (ii) het vasthouden van water in het gebied. Het bestrijden van overlast van watererosie wordt bereikt door het aanleggen van retentiebekkens. Door een combinatie van beheers- en inrichtingsmaatregelen zijn de oorzaken en gevolgen van watererosie in Nederland voor een groot deel te beperken (De Roo et al., 1995; Stolte et al., 1999). Bestrijding van overlast wordt als een belangrijkere reden gezien om maatregelen te treffen dan aantasting van de productiefunctie van de bodem (Maring et al., 2008) en off-site effecten zijn meestal groter dan on-site effecten (Spaan et al., 2010).

Sinds de jaren 80 van de 20e eeuw krijgt watererosiebestrijding in Nederland meer aandacht, vooral in Zuid-Limburg. Om enkele voorbeelden te noemen: Schouten et al. (1985) gaven een overzicht van erosieproblematiek in Zuid-Limburg en noemden een aantal mogelijke maatregelen. Kwaad en Van Mulligen (1991) en Kwaad & Van Mulligen (1991) onderzochten welk effect verschillende teeltsystemen van maïs hebben op erosie. De Roo et al. (1995) bespraken uitgebreid de erosieproblematiek, voerden metingen uit op verschillende schaalniveau's en beschreven het LISEM-model (Limburg Soil Erosion Model) dat speciaal voor het simuleren van bodemerosie in Limburg is ontwikkeld. Zij adviseerden een najaarsbewerking (bv. stoppelbewerking met een vastetandcultivator) om erosie tijdens de winter te voorkomen, en het opbrengen van stro na inzaai van het hoofdgewas om erosie tijdens de zomer te voorkomen. Ook grasstroken en directzaai bleken effectief. Meer recent beschreef Geelen (2006), in het kader van het Interreg project 'Erosiebestrijding', een aantal maatregelen die getroffen zouden kunnen worden in Zuid-Limburg en in de Vlaamse lössgebieden. Deze maatregelen betreffen zowel teelmaatregelen (gewaskeuze, aanvullende bodembedekking, grondbewerking en bemesting) als inrichtingsmaatregelen (beperken snelheid afstroming, watergeleiding en tijdelijke opvang; Tabel 5). Van Essen et al. (2006) verrichtten via enquêtes onderzoek naar de mate waarin maatregelen geaccepteerd worden door de boeren in Zuid-Limburg en in de Vlaamse lössgebieden en concludeerden dat subsidies een grote rol spelen bij acceptatie. Niet-kerende grondbewerking en het gebruik van bodembedekkers werden als de meest haalbare opties gezien. Ze merkten ook op dat de Nederlandse boeren zich meer bewust leken van het erosieprobleem dan hun Belgische collega's.

**Tabel 5** Samenvatting van door Geelen (2006) besproken maatregelen tegen erosie

Teeltmaatregel	Inrichtingsmaatregelen	
Gewaskeuze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ander landgebruik</li> <li>• Ander voedergewas</li> <li>• Ander akkerbouwgewas</li> <li>• Vervroegen oogst</li> <li>• Nauwere rijafstand</li> </ul>	Beperken snelheid afstroming <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contourbewerking</li> <li>• Hellingopwaarts ploegen</li> <li>• Fruit aanplanten dwars op helling</li> <li>• Duidelijke perceelsgrens groenstrook</li> </ul>
Bodembedekking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groenbedekker</li> <li>• Beperken zwartstrook</li> <li>• Gewasresten op veld laten</li> <li>• Stro opbrengen</li> </ul>	Watergeleiding <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beheer randen</li> <li>• Opvang uitstroom</li> <li>• Grasbaan</li> <li>• Stobalen of hout</li> </ul>
Grondbewerking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet-kerende bewerking</li> <li>• Direct zaai</li> <li>• Geen bewerking</li> <li>• Drempeltjes</li> <li>• Wielsporen lostrekken</li> <li>• Losmaken na oogst</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dubbele inzaai in stroombaan</li> <li>• Stro in stroombaan</li> <li>• Snoeihout later ruimen</li> <li>• Drainage stroombaan</li> <li>• Buffers/retentiebekkens</li> <li>• Dammen in stroombaan</li> </ul>
Bemesting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beheer pH</li> <li>• Beheer humus</li> </ul>	

Maring et al. (2008) geven de volgende lijst van maatregelen die gebruikt zouden kunnen worden voor de bestrijding van erosie watererosie:

- Teelttechnische maatregelen met als doel verbetering bodemstabiliteit, bodembedekking en het bevorderen van infiltratie:
  - Verandering grondgebruik (grasland i.p.v. bouwland).
  - Gewaskeuze (snelle bodembedekking).
  - Aanvullende bodembedekking.
  - Zorgen voor bodembedekking in winter (groenbemester).
  - Zorgen voor bodembedekking tijdens teeltseizoen (bodembedekker, mulch, antistuifgewas, achterlaten van plantenresten).
  - Stro op veld achterlaten.
  - Grondbewerkingsmethode (ruwheid oppervlak, ruwheid zaaibed, organisch stof bovenin houden, bodemleven sparen, minimale bewerking).
  - Op peil houden/brengen van organische stof.
  - Grondbewerking ter verruwing van het oppervlak.
  - Lostrekken van verdichte grond (wielsporen, verslemping).
  - Contourbewerking.
- Inrichtingsmaatregelen/ infrastructurele maatregelen met als doel het breken van de kracht van het stromende water of het opvangen en geleiden van water:
  - Duidelijke perceelsgrenzen/bermen/groenstroken.
  - Verkleinen van percelen; verkorten hellinglengte.
  - Aanleg grasbaan ter geleiding van afstromen water.
  - Aanleg wateropvangbuffer met overloopvoorziening.

Als mogelijke maatregelen voor het vergoten van de waterberging aan het oppervlak noemt Vermeulen (2011):

- Contourbewerking.
- Kuiltjespatroon aan het oppervlak.
- Drempels in de geulen tussen ruggen.

Over contourbewerking merkt Bert Vermeulen verder op: De maatregel heeft tot doel om te vermijden dat kleine stroomkanaaltjes gevormd worden (bijv. wielsporen, zaaivoren) waarlangs het water makkelijk zijn weg hellingafwaarts vindt. Contourbewerken en dwarsbewerken leidt tot ruggetjes dwars op de helling, die afstromend water tegenhouden. Bij veel neerslag bestaat het risico dat de

---

gevormde ruggeltes gaan doorbreken onder druk van het opgestuwde water. Dit risico is groter naarmate de helling steiler is. In de praktijk wordt contourbewerking daarom niet toegepast op hellingen die steiler zijn dan 8%. Op kleine (< 0,5 ha) of smalle percelen (breedte dwars op de helling < 100 m) is contourbewerking niet zinvol in verband met tijdverlies en het ontstaan van meer kopakker. Contourbewerken en dwarsbewerken zijn alleen effectief indien in het perceel geen stroombaan (thalweg) aanwezig is. Met ander woorden: de helling moet vrij eenvormig zijn. Indien een thalweg aanwezig is, is contourbewerking moeilijk uitvoerbaar. Bovendien leidt de aanwezigheid van een thalweg ertoe dat water via stroming langs de ruggeltes samenkomt in één punt en daar begint af te stromen. De kans op ravijnvorming is dan aanwezig. Het bodemverlies dat hierbij optreedt is minstens even groot als het bodemverlies door geulvorming op een akker bewerkt in de richting van de helling.

## 3.17 Verdiep de beworteling van grasland

### 3.17.1 Informatiebronnen

De informatie en meer achtergrond informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet.

De Boer, H., Deru, J. G. C., & Van Eekeren, N. J. M., 2016. Woelen van blijvend grasland op een zandgrond: effecten op bodemstructuur, beworteling en grasopbrengst. Wageningen: Wageningen UR, Livestock Research, 50 p.

Van Eekeren, N. J. M., Deru, J. G. C. & Gerdes, S., 2015. Bufferboeren: Productieve maatregelen voor meer droogtetolerantie: Duurzame klimaatoplossingen voor landbouw & water (Rapport 2015-028). Driebergen: LbD. Louis Bolk Instituut. 40 p.

Van Eekeren, N. J. M., Deru, J. G. C., De Boer, H. & Philipsen, B., 2011. Terug naar de graswortel: Een betere nutriëntenbenutting door een intensievere en diepere beworteling (Rapport 2011-023). Driebergen: LbD. Louis Bolk Instituut. 32 p.

Deru, J. G. C., Van Eekeren, N. J. M. & De Boer, H., 2010. Beworteling van grasland - een literatuurstudie: Nutriëntenopname in relatie tot bewortelingsdiepte en -intensiteit; factoren en potentiële maatregelen die de beworteling beïnvloeden (Rapport 2010-018). Driebergen: LBV. Louis Bolk Instituut. 63 p.

Luske, B., Deru, J. G. C., Wösten, H., Faber, J. H. & Van Eekeren, N. J. M., 2012. Beworteling van grasland en droogtetolerantie: Maatregelen voor een diepere beworteling (Rapport 2012-028). Driebergen: LbD. Louis Bolk Instituut. 51 p.

Wagenaar, J., De Wit, J., Hospers-Brands, A. J. T. M., Cuijpers, W. J. M. & Van Eekeren, N. J. M., 2017. Van gepeperd naar gekruid grasland: Functionaliteit van kruiden in grasland (Rapport 2017-022). Driebergen: LbD. Louis Bolk Instituut. 44 p.

### 3.17.2 Consensus

Verbeteren en verdiepen van de beworteling van grasland heeft veel potentie voor het vastleggen van organische stof, droogtebestendiger maken van het grasland en een hogere nutriënten benutting. Een breed palet aan maatregelen kan worden ingezet: bodemstructuur en ontwatering verbeteren, beregenen, bodemleven stimuleren en de keuze van grasrassen en grassoorten. Er zijn verschillende opvattingen over de beworteling in blijvend versus tijdelijk grasland.

### 3.17.3 Kennishiaten

Er zijn veel factoren die de wortelgroei beïnvloeden. De resultaten van wortelgroei en worteldiepte die onderzocht zijn met kolommenproeven in de kas, komen niet altijd overeen met resultaten met nu lopende veldproeven. Dit wijst erop dat weersomstandigheden, ontwatering en verdichting in het veld een belangrijke rol spelen voor de worteldiepte. Hoewel bekend is dat de beschreven maatregelen in factsheet 17 bijdragen aan de beworteling is niet altijd duidelijk welke op welk moment het meest passend is. Eerste resultaten in veldonderzoek naar grasland met een diverse botanische samenstelling wijzen op een positief effect van diversiteit bij extreme droogte.

---

De relatie tussen wortelgroei en nutriëntenbenutting is niet goed opgehelderd. Het is bekend dat grasland een deel van het nutriëntenaanbod investeert in wortels. Dat deel kan niet –direct- geïnvesteerd worden in oogstbare plantendelen. Deze investering zou zich terug kunnen betalen door een hogere bestendigheid tegen droogte en door het vermogen nutriënten vollediger en van grotere diepte op te nemen dan bij een ondiep wortelstelsel. De verhouding tussen de kosten en de baten tegen de achtergrond van nutriëntenbenutting is onder verschillende groeiomstandigheden (bodemtypen) niet goed bekend.

#### 3.17.4 Onderzoeksuggesties

De interactie tussen worteldiepte, bodemvochtgehalte en verdichting onder veldomstandigheden in verschillende klimaatscenario's zou nader bestudeerd moeten worden om een beter beeld te krijgen welke factoren je kunt sturen om wortels bij het grondwater krijgen.

#### 3.17.5 Samenhang met andere maatregelen

Factsheet 17 sluit aan bij factsheet 5. In het 60:20:20 bouwplan kan worden gekozen voor diep wortelende rassen. Daarnaast kan de maatregel zoals beschreven op de factsheet ook gecombineerd worden met factsheet 6 'Verleng de leeftijd van grasland' door door te zaaien met diepwortelende rassen.

#### 3.17.6 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Bij de (her)inzaai van grasland en bij doorzaaien kan voor divers grasland gekozen worden of kunnen diepwortelende rassen worden gezaaid. Dit vergt in eerste instantie een aanpassing in zaaizaadkeuze, maar ook een aanpassing in het graslandmanagement en een omslag in denken over wat verwacht wordt van het grasland. De meerwaarde van diepwortelende grassen is beperkt als slechts een ondiepe bouwvoor aanwezig is met daaronder schrale grond met grondwater op grotere diepte. Behoudens deze aandachtspunten is deze maatregel eenvoudig in te passen.

#### 3.17.7 Zijn de effecten stapelbaar

De verschillende maatregelen beschreven in factsheet 5, 6 en 17 zijn stapelbaar en kunnen elkaar versterken. Al deze maatregelen dragen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op melkveebedrijven en direct of indirect aan het verminderen van nutriënten verliezen aan water en lucht.

### 3.18 Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen

#### 3.18.1 Informatiebronnen

De informatie en meer achtergrond informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet.

Aaltjesschema, 2013. Geraadpleegd in juni 2018, van [www.aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl)

Askegaard, M., Olesen, J. E. & Kristensen, K., 2005. Nitrate leaching from organic arable crop rotations: effects of location, manure and catch crop. *Soil Use Man* 21:181–188

Centrum Landbouw en Milieu & Naturim, 2017. Beknopte teeltwijzer luzerne. Geraadpleegd in juni 2018, van <https://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/Beknopte%20teeltwijzer%20Luzerne.pdf>.

Hospers-Brands, A. J. T. M., Van Der Burgt, G. J. H. M. & Janmaat, L., 2015. Maaimeststoffen in bedrijfs- en ketenverband: Plantaardige meststoffen in de praktijk (brochure 2015-004).

Driebergen: LbP, Louis Bolk Instituut.

Koopmans, C. J., Bokhorst, J. G., Ter Berg, C. & Van Eekeren, N. J. M., 2012. Handboek Bodemsignalen: Praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Zutphen: Roodbont B.V.

Prins, U., Zanen, M. & Van der Burgt, G. J., 2004. Mestloze akkerbouw. *Ekoland* 12.

---

Schröder, J. J., Van Dijk, W., De Groot, W. J. M., 1996. Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system, *NJAS, Vol 44* (no 4).  
www.kennisakker.nl/teelthandleiding groenbemesters, 2004.

### 3.18.2 Consensus

In wetenschap en praktijk is men het er wel over eens dat diepwortelende en rustgewassen een positief effect hebben op de bodemkwaliteit. Ze kunnen de bodemstructuur verbeteren en dat is gunstig voor de waterinfiltratie, het waterbufferend vermogen en voor het vasthouden van nutriënten in de winter. Onderzoek naar de effecten van vanggewassen op de uitspoeling van nitraat (o.a. Askegaard et al., 2005; Schröder et al., 1996) geeft aan dat met name op lichtere gronden een vanggewas de uitspoeling van nitraat met 30-38% kan verminderen. Vlinderbloemige leveren ca. 50 kg N/ha.

### 3.18.3 Kennishiaten

Er liggen nog vragen op het gebied van groenbemesters en het effect op het bodemleven in het algemeen en plant parasitaire aaltjes in het bijzonder. Over inpasbaarheid van groenbemesters/vanggewassen in teeltsystemen met niet kerende grondbewerking zijn nog diverse praktische vragen op te lossen.

### 3.18.4 Samenhang met andere factsheets

Deze factsheet sluit aan bij het onderwerp 'Bodembedekking' zoals beschreven in factsheet 22.

### 3.18.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Aanpassingen in het bouwplan vragen om een goede planning. De keuze van een groenbemester en/of een vlinderbloemige hangt af van het doel en de randvoorwaarden op het bedrijf of perceel. Vooral op zandgrond is een eventuele besmetting met aaltjes belangrijk om op te anticiperen, maar ook de teeltplanning en of sprake is van voorjaarszaai, stoppelzaai of najaarszaai. Grasklaver is makkelijker inpasbaar dan luzerne omdat men vrijer is in het kiezen van een goed maaimoment en niet afhankelijk is van de drogerij. In bedrijfssystemen die werken met minder intensieve grondbewerking, zoals NKG, is de goede omgang met groenbemesters/vanggewassen extra uitdagend. De kosten van een vanggewas/groenbemester lopen uiteen van 100 tot 250 euro. De baten zijn ca. €30-60 besparing op stikstof en bij een 2% hogere gewasopbrengst worden de kosten al gauw terug verdiend.

### 3.18.6 Praktijkvoorbeelden

Op de Limburgse lössgronden, waar het lastig is om aan de nitraatrichtlijnen te voldoen, wordt geëxperimenteerd met diepwortelende gewassen in het bouwplan om nitraatverlies te voorkomen. Hoe hoger het aandeel diepwortelende gewassen in het bouwplan, zoals suikerbieten en wintertarwe, hoe minder nitraat in het grondwater terecht komt. Voor uitspoelingsgevoelige gewassen zoals aardappelen scheelt het soms een factor zeven of er als volgtteelt een diep of een ondiep wortelend gewas wordt geteeld (Boerderij, sept. 2018).

## 3.19 Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)

### 3.19.1 Informatiebronnen

De informatie en meer achtergrond informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet.

De Wit, J., Van De Goor, S., Pijlman, J. & Van Eekeren, N. J. M., 2018. Opbouw organische stof met blijvend grasland. V-focus nr 2. p. 32-34.



- 
- Schipper, P. N. M., Groenendijk, P., Van Eekeren, N. J. M., Zanen, M., Rozemeijer, J., Jansen, G., & Swart, B., 2015. Goede grond voor een duurzaam watersysteem – verdere verkenningen in de relatie tussen agrarisch bodembeheer, bodemkwaliteit en waterhuishouding (Rapport 2015-19). Amersfoort: STOWA. ISBN 978-90-5773-688-9.
- Van Eekeren, N., Deru, J. G. C., Hoekstra, N. J. & De Wit, J., 2018. Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven (rapport 2018-002). Driebergen: LbD. Louis Bolk Instituut. 36 p.
- Van Eekeren, N., De Boer, H., Hanegraaf, M. C., Bokhorst, J. G., Nierop, D., Bloem, J., Schouten, T., & De Goede, R. G. M., L. Brussaard. 2010. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry*. 42(9):1491-1504.
- [www.kennisakker.nl/teelthandleiding\\_groenbemesters](http://www.kennisakker.nl/teelthandleiding_groenbemesters), 2004.

### 3.19.2 Consensus

Hoewel de mechanismen niet altijd in detail bekend zijn aangezien organische stof de verzamelnaam is voor allerlei soorten organische verbindingen, is het een algemeen gegeven dat organische stof bijdraagt aan de sponswerking van de bodem door het vasthouden van nutriënten en water. Ook is bekend dat organische stof van belang is voor de activiteit van het bodemleven en voor de bodemstructuur, bijvoorbeeld voor het tegengaan van stuifgevoeligheid en slempgevoeligheid en voor het tegengaan van bodemverdichting.

### 3.19.3 Kennishiaten

Lopend onderzoek is gericht op het verder ontwikkelen van de kennis en innovaties in teeltsystemen van maïs in grasstroken, verschillende onderzaai gewassen en niet kerende grondbewerking. In onderzoek over bodem organische stof wordt meestal gedacht in kilogrammen organische stof, of in het percentage organische stof. Maar de vraag is of elke soort organische stof op dezelfde manier beoordeeld moet worden en evenveel bijdraagt aan de bodemkwaliteit. Bovendien is onduidelijk of er ook zoiets bestaat als een optimum van bodem organische stof en of er ook een maximum gehalte is waarboven organische stof niet meer bijdraagt aan de kwaliteit van de bodem. Tenslotte is er mogelijk spanning tussen het landbouwkundig optimaal verdelen van organische stof over een bedrijfsareaal en het accumuleren van zoveel mogelijk organische stof in de bodem wat vanuit het oogpunt van CO<sub>2</sub> opslag een doel kan zijn.

### 3.19.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt nauw samen met factsheet 6 'Verleng de leeftijd van grasland' en het 60:20:20 systeem beschreven in factsheet 5. Ook andere factsheets die zich richten op het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem op melkveebedrijven, zoals factsheets 17 ('Verdiep de worteling van grasland') en factsheet 21 (Zaai een goed vanggewas) sluiten aan bij de maatregelen beschreven in factsheet 19. Deze verschillende maatregelen kunnen aanvullend genomen worden.

### 3.19.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De maatregel past binnen de gangbare bedrijfssystemen. Wel is de grootste winst te behalen als verschillende maatregelen gecombineerd worden.

### 3.19.6 Zijn de effecten stapelbaar

De verschillende maatregelen beschreven in factsheet 5, 6, 17, 19 en 21 zijn grotendeels stapelbaar en aanvullend op elkaar. Zo kan maatregel 6 (Verleng de leeftijd van grasland) toegepast worden op het 60% blijvend grasland die in factsheet 5 beschreven staat. Ook kan voor de 20% grasklaver wisselbouw of bij het doorzaaien van het blijvend grasland voor diepwortelende grasrassen gekozen worden (factsheet 17). De organische stof maatregelen van factsheet 19 kunnen toegepast worden op de 20% maïs in het 60:20:20 systeem en kan daar ook het vanggewas van maatregel 21 worden toegepast. Al deze maatregelen dragen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op melkveebedrijven en het verminderen van nutriënten verliezen aan water en lucht.

---

## 3.20 Inzet van compost en organische mest

### 3.20.1 Informatiebronnen

Bloem, J., Koopmans, C. & Schils, R., 2017. Effect van mest op de biologische bodemkwaliteit in de Zeeuwse akkerbouw (Rapport 2843). Wageningen: Wageningen Environmental Research.

De Haan, J. J., Van Asperen, P. & Cuperus, F., 2018. Positief effect compost op suikeropbrengst. Akkerwijzer nummer 5, mei 2018. Geraadpleegd juni 2018, van [www.beterbodembeheer.nl/positief-effect-compost-op-suikeropbrengst](http://www.beterbodembeheer.nl/positief-effect-compost-op-suikeropbrengst)

De Wit, J., 2013. Bedrijfseconomische effecten van verhoging van het bodemorganische stofgehalte (Publicatienr. 2013-005). Driebergen: LbD, Louis Bolk Instituut.

Koopmans, C. J. & Bloem, Jaap, 2018. Soil quality effects of compost and manure in arable cropping - Results from using soil improvers for 17 years in the MAC trial (Publication number 2018-001). Bunnik: LbP, Louis Bolk Instituut.

Organische stofbalans zie: [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl) of <https://www.os-balans.nl/>

Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A. & Van Der Burgt, G. J., 2013. Tien vragen en antwoorden over organische stof. Productschap Akkerbouw. Zie ook: [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl).

### 3.20.2 Consensus

In wetenschap en praktijk is men het er over eens dat organische stof een positief effect heeft op bodemleven, nutriëntenlevering, bodemstructuur en vochtlevering. Uit langjarig onderzoek blijkt dat de beste resultaten kunnen worden behaald met meststoffen die zowel op voeding van het gewas alsook op de opbouw van de bodem zijn gericht.

### 3.20.3 Kennishiaten

Onderzoek is gewenst naar de beschikbaarheid en inzet van regionale composten en GFT-afval. Kwaliteit van mest wordt steeds belangrijker en zou niet alleen een zaak van de veehouder moeten zijn. Akkerbouwers moeten meer voorwaarden gaan stellen waardoor mest een waarde-product in plaats van een afval product wordt.

### 3.20.4 Kanttekeningen

Compost kan afhankelijk van de herkomst verontreinigd zijn met bijvoorbeeld zware metalen en organische micro verontreinigingen. Voorkomen dient te worden dat landbouwgronden door toepassing van compost eveneens verontreinigd worden. Dit vergt deels een goede afweging tussen de positieve effecten van organische stof en de potentiële schadelijke effecten en daarmee een passend stelsel van kwaliteitseisen en gebruikseisen. Door de belangen van afzet en het enthousiasme over de bemestende waarde kan dit op de achtergrond raken.

### 3.20.5 Effect verschilt per bodemtype

Door de negatieve lading houdt organische stof positief geladen voedingsstoffen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) beter vast. Deze zogenaamde uitwisselingscapaciteit (CEC) is vooral van belang in zandgronden. Op kleigronden verbetert organische stof de verkruijmelbaarheid van de grond. Op lichte zavelgronden kan organische stof ook interne slemp beperken.

### 3.20.6 Zijn de effecten stapelbaar

De verschillende maatregelen beschreven in o.a. factsheet 18, 20 en 22 zijn stapelbaar en dragen allen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op akkerbouwbedrijven en het verminderen van nutriëntenverliezen naar het oppervlaktewater.

---

## 3.21 Zaai een goed vanggewas

### 3.21.1 Informatiebronnen

De informatie en meer achtergrond informatie bij dit onderwerp staan in de referenties bij de factsheet.

De Haan, J., 2015. Vanggewas na maïs ook goed voor de boer. Gaat u meer aandacht aan uw groenbemester besteden? Themadag CBGV 2015.

Hilhorst, G. J. & Verloop, J., 2009. Opbrengst vanggewas na maïs (Rapport Koeien & kansen nr. 51). Wageningen: Wageningen UR, Animal Sciences Group.

Kramberger, B., Gselman, A., Janzekovic, M., Kaligalic, M. & Bracko, B., 2009. Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. *European Journal of Agronomy Vol.31, No.2.*

Schröder, J. J., Van Dijk, W. & De Groot, W. J. M., 1996. Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science, Vol. 44, No. 4.*

### 3.21.2 Consensus

De effectiviteit van bodembedekking in de vorm van een vanggewas of onderzaai na de maïsteelt staat niet ter discussie. Sinds 2006 is een vanggewas na maïs verplicht op zandgronden. De maatregel is bovenwettelijk in die zin dat deze enerzijds gericht is op een goede uitvoering van deze verplichting en anderzijds in beeld brengt dat een vanggewas of onderzaai ook voordelen kan hebben in gebieden waar het niet verplicht is. De essentie is vroeg genoeg zaaien.

### 3.21.3 Kennishiaten

Er zitten geen directe kennishiaten in de factsheet. Wel zijn nog stappen te maken in de optimalisatie van verschillende systemen (vanggewas en onderzaai) met betrekking tot beperking van de werkgangen, zaaidichtheid, onderwerken/terugzetten van het vanggewas met betrekking tot voorkomen van concurrentie met de maïs en de efficiëntste benutting van vrijkomende nutriënten en innovaties op het gebied van onderzaaimachines. De effectiviteit en uitvoerbaarheid op kleigronden is nog niet goed in kaart gebracht. Wel zijn suggesties gedaan over de wijze om de nalevering van door het vanggewas opgevangen nutriënten te verrekenen in de bemesting van het volggewas, maar deze zijn nog niet goed doorgedrongen in de praktijk. Als onderwerken van een goed ontwikkeld vanggewas niet verrekend wordt door minder te bemesten in het volggewas, vermindert dat de effectiviteit sterk.

### 3.21.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt samen met het 60:20:20 systeem beschreven in factsheet 5. Ook andere factsheets die zich richten op maïsteelt op melkveebedrijven, zoals factsheets 19 (Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf) hangen samen met factsheet 21 (Zaai een goed vanggewas). Deze verschillende maatregelen kunnen aanvullend genomen worden.

### 3.21.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De maatregel past binnen de gangbare bedrijfssystemen. Het toepassen van vanggewassen of onderzaai voor 1 oktober is vanaf 2019 zelfs een verplichting in zand en lössgronden.

### 3.21.6 Zijn de effecten stapelbaar

De verschillende maatregelen beschreven in factsheet 5, 19 en 21 zijn grotendeels stapelbaar en aanvullend op elkaar. Zo kan maatregel 19 (Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf), toegepast worden in de 20% grasklaver wisselbouw van factsheet 5 met onder meer de maatregelen beschreven in factsheet 21. Al deze maatregelen dragen bij aan het verhogen van het organische stofgehalte op melkveebedrijven en het verminderen van nutriënten verliezen aan water en lucht. De maatregel is vooral van belang op percelen met continueelt maïs.

---

## 3.22 Bodembedekking

### 3.22.1 Informatiebronnen

Beekman, J., 2017. Minder ziekten en hogere opbrengsten. Geraadpleegd in juni 2018, van [www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Minder-ziekten-en-hogere-opbrengsten-182729E](http://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Minder-ziekten-en-hogere-opbrengsten-182729E).

Prins, U., 2007. Peulvruchten voor krachtvoer: Krachtvoereiwit voor melkkoeien, melkgeiten, kippen en varkens. Driebergen: Louis Bolk Instituut. 76 p.

Prins, U., De Wit, J. & Heeres, E., 2004. Handboek Koppelbedrijven: Samen werken aan een zelfstandige, regionale, biologische landbouw. Driebergen: Louis Bolk Instituut. 112 p.

Vyn, T. J., Faber, J. G., Janovicek, K. J. & Beauchamp, E. G., 2000. Cover crop effects on nitrogen availability to corn following wheat. *Agronomy journal* 92 (5).915–924.

### 3.22.2 Consensus

In wetenschap en praktijk is men het er over eens dat een bodem die bedekt is met een gewas minder kwetsbaar is voor weersinvloeden zoals extreme neerslag, droogte, UV straling of stuiven door wind. Dankzij bedekking van de bodem is er minder kans op veronkruiding, is er voedselaanbod voor het bodemleven, vinden insecten een habitat en gaat geen grond of organische stof verloren door afspoeling. Het telen van gewassen in winterrogge als bodembedekker op stuifgevoelige gronden is in de jaren '70 uitgebreid onderzocht.

### 3.22.3 Kennishiaten

Vanuit de praktijk is behoefte aan praktische en gebiedsspecifieke kennis over bodembedekkers. De teelt van vanggewassen gaat samen met een zekere gewasverdamping. De vanggewassen hebben dan ook invloed op de waterbalans en kunnen de grondwateraanvulling verlagen, met name in grondwaterwingebieden op droge zandgrond. Hierdoor zou het gunstige effect van het wegvangen van vrijkomende nutriënten deels weer tenietgedaan kunnen worden. Hierover is meer kennis nodig.

### 3.22.4 Samenhang met andere factsheets

Deze factsheet sluit aan bij het onderwerp 'Gebruik diepwortelende en rustgewassen' zoals beschreven in factsheet 18.

### 3.22.5 Praktijkvoorbeelden

Beproefde maatregelen voor een maximale bodembedekking zijn het onderzaaien van klaver in graan, het gemengd telen van gewassen zoals tarwe en veldboon en natuurlijk de teelt van groenbemesters c.q. vanggewassen. Ook diepwortelende en rustgewassen hebben een positief effect.

## 3.23 Spaar mest uit in maïs op scheurland

### 3.23.1 Informatiebronnen

De informatie waarop deze factsheet is gebaseerd is grotendeels afkomstig van Proefbedrijf voor duurzame melkveehouderij De Marke. Daarbij zijn er veel publicaties over nalevering van stikstof uit een ondergeploegde graszode:

Conijn, J. G. & Taube, F. (eds), 2003. Grassland resowing and grass-arable crop rotation; consequences of performance and environment. Second workshop of the EGF-Working Group, 'Grassland Resowing and Grass-arable Rotations'. Kiel, Germany, 27-28 February 2003 (Report 80). Wageningen: Wageningen Plant Research International.

---

Nevens, F. & Reheul, D., 2002. The nitrogen- and non nitrogen-contribution effect of ploughed grass leys on the following arable forage crops: determination and optimum use. *Eur. J. Agron.* 16:57-74.

Verloop, J., 2006. Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74: 59-74.

### 3.23.2 Consensus

Over dit onderwerp zijn nauwelijks verschillen van inzicht naar voren gekomen. De Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV) adviseert overeenkomstig de inhoud van deze factsheet, maar benadrukt dat bij een korte graslandfase, bijvoorbeeld van twee jaar, wat kunstmest gegeven dient te worden. Verder wijzen sommigen op het belang van kalivoorziening. Het is niet helemaal duidelijk of ook kali in zo'n hoeveelheid wordt nageleverd door de ondergeploegde graszode dat kalibemesting nodig is. Mogelijk geeft een aparte kunstmest kaligift dus toch een meeropbrengst ten opzichte van volledig weglaten van mest.

### 3.23.3 Kennishiaten

Goed opgezette veldproeven waarin maïs op scheurland behandeld is met drijfmest, met enkele hoofdcomponenten uit drijfmest en met een nul bemesting zijn in Nederland nauwelijks uitgevoerd. Dat maakt dat de empirische basis van deze maatregel grotendeels afkomstig is van proefbedrijf De Marke. Dit roept de vraag op of de resultaten op De Marke ook geldig zijn op klei- of zandgrond met minder droogtestress. De maatregel is wel veelvuldig in praktijkprojecten als demo uitgevoerd maar dit is nauwelijks een bruikbare bron voor empirisch bewijs. Het merkwaardige verschijnsel doet zich voor dat men de empirie van De Marke, inzichten in de nalevering, en de indicaties verkregen uit praktijkdemo's zo overtuigend vindt, dat het lastig is om draagvlak te vinden voor de hiervoor genoemde eenvoudige vergelijkende veldproef met en zonder bemesting.

### 3.23.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet hangt nauw samen met factsheet 5 'Landgebruik met gras en maïs'.

### 3.23.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en opvolging

De hier beschreven maatregel is zeer eenvoudig inpasbaar. Een toenemend aantal veehouders, maar naar onze inschatting minder dan 200, past de maatregel al toe. Sommige bedrijfsadviseurs adviseren om toch voor de zekerheid maar wat mest te gebruiken in maïs op scheurland.

## 3.24 Mest verdunnen met water bij aanwending

### 3.24.1 Informatiebronnen

Proeftuin Veenweiden, z.d. Kost mest verdunnen teveel geld? Geraadpleegd in juni 2018, van <https://proeftuinveenweiden.nl/nieuws/kost-mest-verdunnen-geld/>

Proeftuin Veenweiden, z.d. Water bij de mest, hoeveel werkt dan het best? Geraadpleegd in juni 2018, van <https://proeftuinveenweiden.nl/nieuws/water-mest-hoeveel-werkt-dan-best/>

Van Schooten, H. A., Van Houwelingen, K. M. & Huijsmans, J. F. M., 2015. Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door gras, Resultaten van twee oriënterende veldproeven (rapport 912). Wageningen: Wageningen UR, Livestock Research, 39 pp.

Van Schooten, H. A., Huijsmans, J. F. M. & Van Houwelingen, K. M., 2017. Benutting van met water verdunde mest aangewend met sleepvoetmachine op grasland; resultaten éénjarige veldproeven op klei- en veengrond 2106 (rapport 1084). Wageningen: Wageningen UR, Livestock Research, 38 pp.

Verloop, Koos, Verhoeff, Teus, Oenema, Jouke, Hoving, Idse, Meerkerk, Barend, Huijsmans, Jan, Migchels, Gerard, De Haan, Michel & Van Eekeren, Nick, 2018. Minder ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied; 25% een haalbaar doel. Wageningen UR (in druk).

---

### 3.24.2 Consensus

Over het effect van verdunnen van drijfmest met water op ammoniakemissie is nog maar betrekkelijk kort consensus op basis van empirische waarnemingen. Bij het vervaardigen van deze factsheet was hierover overigens geen verschil van inzicht.

### 3.24.3 Kennishiaten

- Het effect van verdunnen van mest met water op afspoeling bij voorjaarsaanwending is nog niet goed gekwantificeerd.
- Het effect van verdunnen van mest met water op de N terugwinning uit mest door gras is nog niet goed gekwantificeerd. De verschillende demoproeven geven aanwijzingen dat de N opbrengst hoger is in gras dat behandeld is met waterverdunde mest dan bij onverdunde mest, maar veldproeven van Van Schooten suggereren dat dit effect wel aantoonbaar is onder droge omstandigheden, maar niet bij voldoende neerslag.

### 3.24.4 Samenhang met andere maatregelen

Deze factsheet staat op zichzelf.

### 3.24.5 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en opvolging in de praktijk

De hier beschreven maatregel is goed inpasbaar op bedrijven met een goede verkaveling. Dat wil zeggen dat de te bemesten percelen niet te ver verwijderd zijn van de mestputten, zodat met sleepslangenaanvoer gewerkt kan worden. Sommige veehouders of akkerbouwers werken met een tijdelijke mestopslag aan de rand van een akker die gedurende de bemesting wordt aangevuld door een heen en weer pendelende mestwagen. Ook helpt het als er sloten zijn waaruit water gepompt kan worden. Mest verdunnen in de kelder is mogelijk maar zal niet veel toegepast worden door veehouders met een beperkte mestopslag.

Mest verdunnen met water wordt algemeen toegepast door veehouders die werken met sleepslangenaanvoer van mest. Maar mest verdunnen in een verhouding van tenminste 1 deel water op 2 delen mest vraagt inzet en technische ondersteuning van de loonwerker. Op dit moment wordt dit nog niet algemeen aangeboden. Sterk verdunnen van mest kost meer tijd. Het commitment van de veehouder is dan ook van belang.

---

## 4 Discussie

In dit hoofdstuk vindt u in paragraaf 4.1 een samenvatting van maatregelen. In paragraaf 4.2 leest u meer over overige maatregelen op de 'BOOT-lijst'. In deze discussie suggereren we maatregelen die buiten het kader van deze opdracht vielen, maar die wel wezenlijk bijdragen aan de kwaliteit en kwantiteit van water. Paragraaf 4.3 gaat in op hoe, bijvoorbeeld door geregelde communicatie, de brede toepassing van maatregelen gestimuleerd kan worden. Paragraaf 4.4 gaat in op omgaan met onzekerheden gedurende het implementatieproces van maatregelen. Paragraaf 4.5 gaat in op de kennishiaten en paragraaf 4.6 gaat in op de mogelijkheid om de effecten van maatregelen verder te kwantificeren ten dienste van besluitvorming op bedrijfsniveau door ondernemers en door beleidsmakers op gebiedsniveau.

### 4.1 Samenvatting van maatregelen

Tabel 6 geeft een overzicht van de kenmerken van de 24 geproduceerde factsheets. Factsheets 1 tot en met 6 hebben een strategisch karakter en hebben dan ook betrekking op alle andere factsheets (nr. 7 en hoger) met een operationeel karakter. Veel operationele factsheets zijn zowel relevant voor akkerbouw als voor melkveehouderij. Een aanzienlijk aantal factsheets vertoont onderlinge samenhang. Het is bij verkenning in praktijksituaties dus mogelijk om pakketten te selecteren van samenhangende factsheets.

Tabel 7 geeft de effecten weer van de 24 geproduceerde factsheets. Alle maatregelen hebben een milieuvoordeel (+ of ++) wat niet verwonderlijk is omdat de maatregelen in het BOOT zijn geselecteerd vanwege hun potentiële bijdrage aan verbetering van de waterkwaliteit en/of waterkwantiteit. Niet alle maatregelen hebben ook een productievoordeel: van 5 maatregelen wordt een negatief effect op de productie verwacht en van 5 maatregelen wordt verwacht dat deze neutraal uitpakken voor de productie. Vanuit de optiek van ondernemers zijn maatregelen met beperkte kosten en met zowel een milieuvoordeel als een productievoordeel het meest aantrekkelijk. Dat houdt in dat voor implementatie van relatief dure maatregelen met een nadelige effect op de productie externe stimulansen nodig zullen zijn. Echter, niet alleen de effecten die in tabel 7 in beeld gebracht zijn, beïnvloeden implementatie. De complexiteit van maatregelen, de effecten op de arbeidsfilm en de ondersteuning door loonwerkers en (voer)leveranciers hebben veel invloed.

De waardering van effecten, vastgesteld na - voor sommige maatregelen intensieve - discussie, is bedoeld als indicatie. Het is goed om bij de interpretatie van de tabel in het oog te houden dat de situatie waarin een maatregel wordt geïmplementeerd, sterk bepalend is voor de uiteindelijke effecten op productie en milieu. Ook de kosten kunnen anders uitpakken, dan in de tabel is geïndiceerd. De randvoorwaarden die het geldigheidsgebied afbakenen, kunnen niet uitputtend worden beschreven; daarvoor moeten de volledige factsheets geraadpleegd worden.

**Tabel 6** Kenmerken van factsheets

Factsheet	Samenhang	Sector			Domein		
		melkveehouderij	akkerbouw	teeltplan	bemesting	bodem	waterhuishouding en techniek
1	Handleiding factsheets		#	#	#	#	#
2	Breng uw waterbeheer in beeld		#	#	#	#	#
3	Ken uw bodem	4, 10, 11, 12, 13, 19, 20	#	#	#	#	#
4	Plan uw bemesting vooruit	3, 5, 10, 11, 12, 13, 20	#		#	#	
5	Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs		#			#	
6	Verleng de leeftijd van grasland	17, 18	#	#		#	
7	Droge bufferstroken	8, 9A, 9B	#	#		#	
8	Natte bufferstroken	7, 9A, 9B	#	#		#	
9A	Verwijdering van nitraat uit drainagewater	7, 8, 9B	#	#			
9B	Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	7, 8, 9A	#	#			#
10	Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ maart	3, 4, 11, 12, 13, 19, 20	#		#		
11	Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	3, 4, 10, 12, 13, 19, 20	#		#		
12	Pas minder uitspoelinggevoelige minerale N-meststoffen toe	3, 4, 10, 11, 13, 19, 20	#		#		
13	Stem de bemesting af op de N-mineralisatie	3, 4, 10, 11, 12, 19, 20	#		#	#	
14	Breng drempels aan in ruggenteelt			#		#	#
15	Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren		#				#
16	Bewerk de grond langs hoogtelijnen			#		#	
17	Verdiep de beworteling van grasland	6, 18	#			#	
18	Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	6, 17		#	#	#	
19	Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)	3, 4, 10, 11, 12, 13, 20	#			#	
20	Inzet van compost en organische mest	3, 4, 10, 11, 12, 13, 19		#	#	#	#
21	Zaai een goed vanggewas		#		#	#	
22	Bodembedekking			#	#	#	
23	Spaar mest uit in maïs op scheurland		#		#	#	
24	Verdun drijfmest bij uitrijden		#		#	#	#



**Tabel 7** Effecten en kosten van de in factsheets beschreven maatregelen<sup>1)</sup>

Factsheet	Effect		
	Productie voordeel	Milieu voordeel	Kosten
<b>Plannen</b>			
1	Handleiding factsheets <sup>2)</sup>		
2	Breng uw waterbeheer in beeld <sup>2)</sup>		
3	Ken uw bodem <sup>2)</sup>		+ / + + <sup>3)</sup>
4	Plan uw bemesting vooruit	++	++
5	Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs <sup>4)</sup>	++	+
<b>Handelen</b>			
6	Verleng de leeftijd van grasland	+	+
7	Droge bufferstroken	-	++
8	Natte bufferstroken	-	++
9A	Verwijdering van nitraat uit drainagewater	0	++
9B	Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	0	++(+)
10	Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ mrt -- <sup>5)</sup>		+
11	Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	+	+
12	Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe	++	++
13	Stem de bemesting af op de N-mineralisatie	0	+
14	Breng drempels aan in ruggenteelt	0	++
15	Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	-/0	++
16	Bewerk de grond langs hoogtelijnen	0	++
17	Verdiep de beworteling van grasland	+	+
18	Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	+	+
19	Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)	++	+
20	Inzet van compost en organische mest <sup>5)</sup>	+	+
21	Zaai een goed vanggewas <sup>6)</sup>	+	+
22	Bodembedekking	-/+	++
23	Spaar mest uit in maïs op scheurland	++	++
24	Verdun drijfmest bij uitrijden	+	+

<sup>1)</sup> Betekenis van codes voor het productievoordeel en het milieuvoordeel: -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief;

Betekenis van codes voor kosten: 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog.

<sup>2)</sup> Deze maatregelen zijn voorwaardenscheppend. De effecten hangen af van de vervolgcacties.

<sup>3)</sup> Afhankelijk van het soort onderzoek, veldbodemkundig onderzoek of bodemconditiecheck.

<sup>4)</sup> Milieuvoordeel bij een goede uitvoering van de vruchtwisseling gras/maïs.

<sup>5)</sup> Het milieuvoordeel houdt vooral verband met het gunstige effect van organische stof op de bodemkwaliteit op akkerbouwbedrijven. Dit voordeel kan niet los gezien worden van de nutriëntenbelasting die ook gepaard gaat met gebruik van compost en organische meststoffen. Indien het gebruik te hoog is (hoger dan gebruiksnormen) is er niet langer sprake van een milieuvoordeel.

<sup>6)</sup> Compenseer bij bemesting van het volggewas vervolgens voor de nawerking door vrijkomen van de opgevangen nutriënten uit het vanggewas.

## 4.2 Maatregelen op de BOOT-lijst

In de BOOT-lijst van 2017 worden drie categorieën onderscheiden, die worden onderverdeeld in thema's:

- A. Management / Instrumenten
  - Regionale samenwerking
  - Planning voor eigen bedrijf
- B. Bovenwettelijke investeringen / subsidiabel POP3
  - Gebruik mest en nutriënten
  - Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen
  - Hydrologische maatregelen
  - Beregenen of andere watergeefsystemen

- 
- Waterberging
  - Maatregelen in of langs het watersysteem
  - Maatregelen voor de erfsituatie en bedrijfsgebouwen
  - Maatregelen om goede bodemstructuur te bevorderen
- C. Verbeterde Goede Landbouwpraktijk / GLP2020
- Gebruik van mest en nutriënten
  - Maatregelen om goede bodemstructuur te bevorderen
  - Maatregelen om organische stof te bevorderen
  - Maatregelen om bodemleven te bevorderen
  - Hydrologische maatregelen
  - Gebruik vanggewasbeschermingsmiddelen
  - Maatregelen voor de erfsituatie en bedrijfsgebouwen

Per thema worden één of meerdere maatregelen genoemd. De totale lijst bevat ca 100 maatregelen.

Een belangrijke bovenwettelijke maatregel ontbreekt: gebruik minder mest dan wettelijk is toegestaan. Op veel bedrijven is de stikstofgebruiksruimte en de fosfaatgebruiksruimte een belangrijke sturende factor in de bedrijfsvoering. Door de ontwikkeling van mestscheidingstechnieken en door de aanscherping van gebruiksnormen in het vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn kiezen steeds meer bedrijven ervoor om de gebruiksnormen maximaal te benutten. Een bewuste keuze om extensiever te boeren dan volgens de gebruiksnormen is toegestaan, is te beschouwen als een bovenwettelijke maatregel. Tegelijk staat er naar de toekomst een nieuwe uitdaging tegenover in de vorm van dat 65% van het voereiwit van eigen grond moet komen. Dat zal leiden tot de teelt van meer krachtvoervangers en een hogere noodzaak om de gebruiksruimte volledig te blijven benutten.

Ook maatregelen die gericht zijn op het verbeteren van de veevoeding ontbreken in de BOOT-lijst. Dit aspect is belangrijk in het management van een melkveebedrijf. Het scherp kunnen sturen met de eiwitvoeding betekent zowel een vermindering van de fosfaatuitscheiding als van de stikstofuitscheiding. Vooral de uitscheiding van urine-N daalt sterk bij een lagere eiwitopname. In regio's met veel weidegang tot laat in het seizoen is dit van belang. Tegelijk leidt het tot een daling van het minerale-N gehalte in mest.

De lijst maatregelen in dit rapport is een selectie van de ca 100 maatregelen op de BOOT-lijst. Maatregelen gericht op de erf- en bedrijfsgebouwen en maatregelen gericht op gewasbeschermingsmiddelen zijn niet meegenomen. Verder is in de factsheets een maatregel beschreven die niet in de BOOT-lijst staat: *Spaar mest uit in maïs op scheurland*. Deze maatregel sluit aan de maatregel in het zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn waarin de stikstofgebruiksnorm voor maïs na het scheuren van grasland op zand en löss wordt verlaagd. De maatregel treedt in werking op 1 januari 2021. De maatregel zoals beschreven in de factsheet, gaat verder dan de maatregel in het zesde Actieprogramma. Een andere maatregel die nog niet in de BOOT-lijst stond is het *verdunnen van drijfmest bij uitrijden*. Deze maatregel staat in de belangstelling in verband met het verder verlagen van de ammoniakemissie waarbij inzet van de sleepvoetenmachine alleen nog mogelijk wordt indien verdunde mest wordt toegepast. Daarnaast neemt interesse voor de toepassing van de sleepslang-techniek toe, waarbij niet langer met een zware tank over het land gereden hoeft te worden hetgeen bijdraagt aan het verminderen van structuurschade aan percelen.

De meeste maatregelen in de BOOT-lijst zijn gebaseerd op logisch redeneren en hebben naar verwachting een verminderend effect. Slechts van enkele maatregelen zijn resultaten uit experimenteel onderzoek bekend. Enkele maatregelen hebben naar verwachting geen effect zoals de toepassing van organische mest bij een bodemtemperatuur van tenminste 8 °C en de toevoeging van een bacteriemengsel aan mest.

Bij het beoordelen van de effecten van maatregelen moeten we onderscheid maken tussen:

- Korte en lange termijn effect. Effecten op de korte en lange termijn kunnen verschillend en soms tegengesteld zijn. Een voorbeeld hiervan is de jarenlange toepassing van een ruime dosering compost, ter vervanging van een deel van de dierlijke mest. Op de korte termijn kan hierdoor de nitraatuitspoeling verminderen, maar op de lange termijn hoopt zich een grotere voorraad organische gebonden stikstof in de bodem op die ook buiten het groeiseizoen aan mineralisatie onderhevig is. Door deze mineralisatie kan de nitraatuitspoeling weer toenemen. Een ander

---

voorbeeld is de toepassing van onderwater drainage in veenweidegebieden. Op de korte termijn kunnen dergelijke drains effectief zijn, maar op de lange termijn kunnen de drains dichtslibben met fijn materiaal en afgestorven microbiële organismen waardoor de drains nog wel draineren maar niet meer infiltreren.

- Effecten op nitraat in grondwater en effecten op de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. Maatregelen waarbij de grondwaterstanden en de transportroutes gemanipuleerd worden kunnen in een tegengesteld effect sorteren voor nitraatuitspoeling en fosfaattransport naar oppervlaktewater. Bij vernatting neemt in het algemeen de denitrificatie in de bodem toe, met lagere nitraatconcentraties als resultaat. Echter, de transportroutes naar het oppervlaktewater worden ondieper, met een hogere uit- en afspoeling van fosfor als gevolg.

De afwenteling op andere milieuthema's is nagenoeg niet in de achtergrondinformatie bij de maatregelen betrokken. Maatregelen die een gunstig effect hebben op nitraatuitspoeling, zoals vernatting, kunnen tot een hogere emissie van N<sub>2</sub>O leiden. De verdunning van drijfmest bij het transport met sleepslangen kan tot een vermindering van de ammoniakemissie leiden, maar anderzijds ook tot een toename van de nitraatuitspoeling als de techniek niet leidt tot een verbeterde benutting van de aangewende stikstof in dierlijke mest.

### 4.3 Randvoorwaarden voor opvolging

De teelt van gewassen kent een sterk cyclisch verloop met een grote variatie aan handelingen gedurende het groeiseizoen. De BOOT-lijst maatregelen zijn deels ook gericht op een bepaald deel van het groeiseizoen om daarna pas een jaar later weer van toepassing te zijn. Om ondernemers scherp te houden en anderzijds niet te overvoeren met informatie is het van belang om gedoseerd en op het juiste moment via de media/internet informatie te verstrekken over maatregelen die van toepassing zijn in die fase van het groeiseizoen. Van belang is daarbij dat overtuigend gesteld kan worden wat het nut van de maatregel is en dat de kosten gering zijn. Ondernemers in vakbladen laten vertellen wat ze doen en waarom, is eveneens een aanpak die versterkend werkt voor het toepassen van maatregelen. Anderzijds kunnen "kennisvouchers" een nuttig hulpmiddel zijn die ondernemers kunnen inzetten om tot een maatwerk pakket te komen dat past bij hun type bedrijf.

Boeren leren van boeren. In dat kader is het ook aan te bevelen om aansluiting te zoeken bij regionale structuren, studiegroepen en of regionale media. Excursies van ondernemers naar collega ondernemers die met een bepaalde aanpak bezig zijn werkt veelal goed. Ze horen dan uit de eerste hand waarom iemand met de maatregel aan de slag is gegaan, of het werkt en waar je op moet letten.

Veel van wat in de factsheets wordt genoemd wordt al toegepast in de praktijk, maar de schaal waarop varieert sterk. Een voorbeeld is het toepassen van nitraat arme (ammoniumrijke) meststoffen voor de eerste snede gras. Dit wordt in de melkveehouderij mogelijk al meer dan in 50% van de gevallen toegepast temeer omdat het zichzelf terugverdiend. Dat is echter nog steeds geen 100%. Herhalen van de boodschap blijft dus ook hier van belang.

### 4.4 Omgaan met onzekerheden

Onzekerheden over de geldigheid in specifieke situaties van maatregelen met een slechts in algemene zin bekende effecten zijn niet nieuw en zijn ook niet voorbehouden aan het domein van landbouw en milieu. In de civiele techniek, economie en in de medische wereld is het handelen in onzekerheid min of meer gemeengoed. De aanpak hierbij kan ook toegepast worden bij het gebruik van factsheets:

#### 1. **Aanwijzen probleem**

Het zo goed mogelijk in beeld brengen van de situatie waarbij risicofactoren worden geïnventariseerd om de meest waarschijnlijke oorzaak van problemen in beeld te krijgen.

#### 2. **Passende maatregel**

Hierbij stelt men vast of een potentiële maatregel ook daadwerkelijk passend is in een specifieke bedrijfssituatie.

---

### 3. Implementatie en monitoring effecten

Zeker indien effectiviteit niet vooraf met zekerheid bepaald kan worden, is het aan te bevelen om een maatregel uit te proberen op een klein perceel. Daarbij moet ook bedacht worden hoe men achteraf kan vaststellen of de maatregel bevredigend is geweest. De kosten van monitoring zullen moeten passen bij de impact van de maatregel. Het is aantrekkelijk om al beschikbare kennissystemen te gebruiken zoals de KringloopWijzer, voederwaarde uitslagen of uitslagen van grondanalyses.

## 4.5 Kennishiaten

Van veel maatregelen zijn de effecten in algemene zin redelijk bekend. Onderwerpen waarvoor de lijst van factsheets kennishiaten vertoont, zijn:

1. De effecten van organische stof en met name van de verschillende soorten organische stof onder verschillende omgevingsomstandigheden en op verschillende bodemtypes.
2. De meerwaarde van een verhoging van het organische stofgehalte voor gewasproductie en vermindering van uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Is het gewenst om het organische stofgehalte te verhogen en zo ja in welke mate? Hierbij gaat het ook om de vraag of het organische stofgehalte ook te hoog kan zijn. Tussen onderzoekers bestaat hierover geen consensus.
3. De ontwikkeling van het organische stofgehalte afhankelijk van het bodemgebruik.
4. Timing van bemesting vooral in het voorjaar heeft een algemeen verondersteld effect op uitspoeling van nitraat, maar er zijn zeer weinig empirische gegevens in Nederland die dit onderbouwen.
5. Van drempels in ruggenteelt zijn geen onderzoeksgegevens bekend voor Nederlandse omstandigheden. Het veronderstelde effect is gebaseerd op logisch redeneren, maar niet op empirie.
6. Het gebruik van de baggerpomp voor effectief sloot baggeren is onderzocht in een enkele proefopzet, waaruit bleek dat de bagger geen of een geringe bemestende waarde heeft. In vroeger eeuwen werd aan slootbagger in het Hollandse polderlandschap wel een bemestende waarde toegekend. Over de samenhang van een eventueel bemestende waarde met bemestingsniveaus, de kwaliteit van de bagger en de verwerkingswijze zijn nog vragen.
7. De toename van bodembedekking zou gepaard kunnen gaan met een iets hogere waterverdamping en daardoor een vermindering van de grondwateraanvulling waarbij het verlagen van het nitraatgehalte dan ook minder sterk daalt vanwege minder verdunning. In een aantal gebieden in Nederland wordt als maatregel ter bestrijding van de verdroging naaldbos vervangen door lage vegetatie. Vegetatie heeft dus effect op de grondwateraanvulling. In waterwingebieden op droge zandgronden zou de extra bodembedekking tot een ongewenst effect kunnen leiden. Of dit een risico is, is onduidelijk.

Een agrariër heeft te maken met verschillende maatschappelijke opgaven. Soms leiden maatregelen, die worden ingezet om te voldoen aan een enkele opgave, tot een ongewenst effect voor andere opgaven. Verschillende adviezen van erfbetreders die allemaal hun eigen doel nastreven worden door de agrariër aangehoord. Bij tegengestelde adviezen kan de agrariër besluiten dat het beter is om geen actie te ondernemen. Vanuit zijn situatie gezien is dat dan het beste besluit. Het is daarom gewenst dat de verschillende aspecten worden geïntegreerd in een "omgevingsadvies", gebaseerd op de resultaten van een "Bedrijfs Omgevings Scan (B.O.S.)". In een dergelijke scan worden maatregelen beoordeeld op factoren die een direct verband hebben met maatschappelijke omgevingsopdrachten. Factoren die een indirect verband hebben, zoals bodemverdichting, bodemstructuur, etc. worden niet genoemd omdat de effecten ervan al tot uitdrukking komen in de omgevingsopdrachten. Tabel 8 geeft een voorbeeld van hoe een scoretabel er uit zou kunnen zien.

**Tabel 8** Voorbeeld van een scoretabel van een "Bedrijfs Omgevings Scan"

Maatregel (voorbeeld)	Vermindering beregeningsbehoefte	Reductie piekafvoeren	Vermindering ammoniakemissie	Vermindering nitraatuitspoeling	Vermindering N-belasting opp. water	Vermindering P-belasting opp. water	Koolstofopslag in bodem	Vermindering emissie broeikasgassen	Vermindering energieverbruik	Biodiversiteit (bodem, flora, insecten, etc.)	Bescherming weidevogels	Wildstand	Aantrekkelijkheid landschap
Verleng de leeftijd van grasland													
Realiseer optimale N-werking van mest													
Verdiep de beworteling van grasland													
Spaar mest uit in maïs op scheurland													
Verdun drijfmest bij uitrijden													
.....													

In deze tabel zijn enkele willekeurige maatregelen als voorbeeld genoemd. De lijst met omgevingsopdrachten is niet uitputtend. Effecten op de emissie van gewasbeschermingsmiddelen zijn niet in dit voorbeeld opgenomen, maar dienen wel beschouwd te worden. Andere aspecten zoals geuroverlast, fijn stof, winderosie en sliboverlast door erosie in hellende gebieden kunnen ook van belang zijn voor een omgevingscan.

Van uit het perspectief van de ondernemer is daarbij van belang in welke mate de maatregel positief uitwerkt op opbrengst, kostenniveau en het gemak om een maatregel in de reguliere bedrijfsvoering te kunnen implementeren. Daarnaast kunnen maatregelen niet alleen in enkelvoud worden gezien maar moet er aandacht zijn voor de onderlinge samenhang (zie § 4.6).

## 4.6 Mogelijkheid voor effectschatting met rekenmodellen

De beschrijving van de maatregelen in de factsheets staat in 2018 in de belangstelling bij waterbeheerders. Aan de regionale waterbeheerders is gevraagd om ten behoeve van de Nationale Analyse Waterkwaliteit een indicatie te geven van de maatregelen die men wil opnemen in het 3<sup>de</sup> Stroomgebiedsbeheersplan (2022-2027). In de Nationale Analyse Waterkwaliteit (2019) is een doorrekening voorzien van de maatregelen die door waterbeheerders als opties voor hun gebied worden beschouwd. In het kader van deze gedachtenvorming is aan de schrijvers van de factsheets gevraagd aan te geven of effecten van de maatregelen, waarvoor factsheets zijn opgesteld, modelmatig afgeleid zouden kunnen worden. Ook met het oog op besluitvorming op specifieke bedrijven wordt exacte kwantificering van effecten gewaardeerd.

De (on)mogelijkheden met betrekking tot kwantificeren van verwachte effecten worden in het algemeen beperkt door de contextgevoeligheid van effectschattingen en onderlinge interacties van maatregelen. Voor sommige maatregelen is het voor voldoende gespecificeerde omstandigheden mogelijk om een schatting te maken van het productievoordeel en het milieuvoordeel. Een voorbeeld is een maatregel die de beschikbaarheid van stikstof in gras doet toenemen. Deze hogere beschikbaarheid kan op basis van vereenvoudigde opbrengst/bemestings-responsen omgerekend worden in een meeropbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof. Deze meeropbrengst kan op basis van vuistregels voor de waarde van deze meeropbrengst omgerekend worden in een financieel voordeel. Het is relevant om deze informatie op te nemen in de factsheets. Immers berekende milieuvoordelen kunnen gecombineerd worden met kosten van de maatregel en op basis daarvan kan de kosteneffectiviteit van maatregelen weergegeven worden, wat nuttig is voor besluitvorming door ondernemers maar ook door beleidsmakers. Echter:

- 
- Veel van deze schattingen zijn slechts geldig voor de specifieke omstandigheden van een bedrijfscontext, bodemtype, bodemgesteldheid en hydrologische omstandigheden. Daarbuiten wijkt het effect af, veelal op een manier die moeilijk vooraf voorspeld kan worden. Bijvoorbeeld: de meeropbrengst van extra beschikbare stikstof is afhankelijk van de stikstof die al uit andere bronnen beschikbaar is. Wanneer de stikstof beschikbaarheid in de uitgangssituatie al hoog was, mag van de extra stikstof een lagere meeropbrengst verwacht worden, dan bij een lage beschikbaarheid van stikstof. Bovendien zijn de baten van een meeropbrengst van droge stof of eiwit sterk afhankelijk van de bedrijfsstructuur. Op een bedrijf met een krappe ruwvoerpositie is een hogere ruwvoeropbrengst zeer gewenst, terwijl een ondernemer op een extensief bedrijf deze meeropbrengst waarschijnlijk veel minder waardeert.
  - Veel maatregelen interacteren met elkaar. Zo is het effect van een vanggewas na maïs anders op een perceel waar maïs en gras worden afgewisseld (wisselbouw) dan op een perceel met continueteelt van maïs. Het effect is ook anders op een perceel waar maïs zwaar bemest wordt dan op een perceel dat krap bemest wordt. Hierdoor kunnen schattingen van effecten van maatregelen feitelijk niet onafhankelijk van elkaar gemaakt worden.

Deze bezwaren zijn voor een aantal maatregelen overkomelijk door de schattingen te presenteren als indicaties voor een voorbeeldsituatie met een standaard bedrijfsvoering. In tabel 9 worden de mogelijkheden weergegeven van effectschattingen met behulp van modellen. Bedacht moet worden dat een modelmatige aanpak alleen zinvol is als de condities van de maatregelen duidelijk gedefinieerd zijn.

**Tabel 9** Mogelijkheden van effectschattingen met behulp van modellen

Nr	Onderwerp	Mogelijkheden om aan te rekenen met rekenmodellen
1	Handleiding factsheets	-
2	Breng uw waterbeheer in beeld	geen maatregel, maar strategie
3	Ken uw bodem	geen maatregel, maar strategie
4	Plan uw bemesting vooruit	geen maatregel, maar strategie
5	Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs	Ja, vraagt om uitwerking via een rekenscenario.
6	Verleng de leeftijd van grasland	Enkele gegevens over effecten bekend onder andere uit onderzoek naar tijdstip van scheuren van grasland. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek in combinatie met ANIMO voor een vergelijking tussen wel en niet scheuren (enkele representatieve plots) kan een effect worden afgeleid. Het vraagt ook om een nadere specificatie van het volggewas (scenario's). Rekenvoorbeelden in Alterra-rapport 1204 <sup>1)</sup>
7	Droge bufferstroken	Hier is met ANIMO aan gerekend voor project bij Wetterskip Fryslan. Het vraagt om een nadere inventarisatie van de lengte van de aangrenzende sloot aan het landbouwperceel, aannames over de breedte van de strook, en een vrij uitgebreide rekensessie.
8	Natte bufferstroken	Hiervoor zijn extra aannames nodig t.a.v. retentie / denitrificatie in het natte deel van de bufferstrook. Deze schattingen kunnen we nu niet goed maken, waardoor effect voorspellingen lastig zijn.
9A	Verwijdering van nitraat uit drainagewater	Hiervoor zijn enkele getallen beschikbaar uit Innovatieprogramma KRW. Deze zouden toegepast en geëxtrapoleerd kunnen worden.
9B	Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	Ervaringen met Puridrain projecten. Resultaten zijn te extrapoleren. Zie ook Alterra rapport 2749 (Groenendijk et al., 2016).
10	Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ maart	Hier is aan te rekenen. Aanbeveling om dit eerst te doen voor een aantal representatieve plots/percelen. Het vraagt om nadere definities en typering van organische mest via een deskundigen panel.
11	Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	Lastig, het zorgt vooral binnen de groeiperiode voor een optimale gewasproductie. Bovendien is er een grote weersvariatie. Keuze van de geschikte soort organische mest: N/P-verhouding, mestsoort en bewerkte producten aan de hand van optimalisatie van C/N/P verhoudingen van verschillende mestsoorten en scheidingsproducten. Welke mix is optimaal voor productie en milieu? Interessante vraag, maar vraagt om afzonderlijke modelbenadering, parallel aan LWKM. Misschien een onderwerp dat in Nutri2Cycle opgepakt zou kunnen worden?
12	Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe	Hier is aan te rekenen, door bijv. KAS te vergelijken met een zuivere ammonium meststof toegediend op x tijdstippen voor 3 grondsoorten en 30 weerjaren. Bijvoorbeeld door deel dierlijke mest te vervangen door kunstmest. Dierlijke mest terugrekenen naar werkzaam deel en dit deel vervangen. Bijv. 100 kg N in varkensmest vervangen door 80 kg N in kunstmest.
13	Stem de bemesting af op de N-mineralisatie	Hier is aan te rekenen, maar het vraagt wel om een bedrijfsaanpak en niet alleen een perceelsaanpak. Dat maakt de rekenpartij complex. Dit kan worden uitgewerkt voor enkele modelbedrijven en is dus niet meteen landelijk uit te rollen.
14	Breng drempels aan in ruggenteelt	Hier is eenvoudig aan te rekenen door parameter instellingen in een hydrologisch model aan te passen. Resultaten hebben echter een verkennend karakter en dienen onderbouwd te worden door veldonderzoek.
15	Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	Lastig. Grootste effect wordt verwacht voor ecologie oppervlaktewater, waar geen goede gegevens voor zijn. Effecten bodem en gewasproductie zijn verwaarloosbaar.
16	Bewerk de grond langs hoogtelijnen	Het is vooral een erosiemaatregel in hellende gebieden. Afhankelijk van perceelshelling een reductie van afstroming + interflow veronderstellen. Het is vooral natte vingerwerk en niet te baseren op model- of praktijkgegevens. Egaliseren van laagtes in natte percelen kan modelmatig benaderd worden. Zie recent onderzoek en resultaten van Harry Massop (WUR).
17	Verdiep de beworteling van grasland	Er zijn opbrengstgegevens bekend. Van daaruit kan modelmatig een inschatting worden gegeven in hoeverre dit effect heeft op residuele stikstof en daarmee op de uitspoeling. Effect van een vroeg vanggewas is goed te berekenen.
18	Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	Zie 17.
19	Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf	Hier is aan te rekenen.
20	Inzet van compost en organische mest	Hier is aan te rekenen.
21	Zaai een goed vanggewas	Hier is aan te rekenen: agrohydrologisch model+gewas+bodem+uitspoeling.
22	Bodembedekking	Hier is aan te rekenen: agrohydrologisch model+gewas+bodem+uitspoeling.
23	Spaar mest uit in maïs op scheurland	Sluit aan bij 6.
24	Verdun drijfmest bij uitrijden	Opleggen van andere NH <sub>3</sub> -emissiefactor bij aanwending. Iets minder vervluchtiging leidt tot iets hogere werking en effect op gewasopname. Het leidt tot een betere inspoeling/infiltratie met een kleiner risico van oppervlakkige afspoeling. Hier is aan te rekenen.

<sup>1)</sup> Velthof, G.L. (red.), 2005. Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting (Alterra-rapport 1204). Wageningen: Alterra.

<sup>2)</sup> Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, A. Greijdanus, R. Michels, T. de Koeijer, 2016. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren; Het aandeel van landbouw in de KRWopgave, de kosten van enkele





---

## 5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de BOOT-lijst is een selectie van maatregelen geselecteerd voor nadere onderbouwing en toelichting in de vorm van flyers. Op basis van de uitwerkingen in de flyers kan geconcludeerd worden dat:

1. Slechts enkele maatregelen zijn onderbouwd met empirisch onderzoek. Effect schattingen zijn meestal gebaseerd op logisch redeneren vaak vanuit de insteek dat een maatregel positief werkt op de N-benutting of P-benutting van een gewas met als impliciete veronderstelling dat het dan ook leidt tot minder verliezen. Adviezen kunnen aan overtuigingskracht winnen als resultaten van veldonderzoek beschikbaar zijn. Geadviseerd wordt om de drie belangrijkste maatregelen in de BOOT-lijst nader te onderzoeken. Voer zo mogelijk een monitoring uit waarbij de effectiviteit wordt beoordeeld ten opzichte van een duidelijk gedefinieerde referentie/nulobject.
2. Ga met de 24 factsheets aan de slag en evalueer na een jaar of ze aan het gestelde doel voldoen.
3. Breng een scherper onderscheid aan in de beoordeling van de effectiviteit van het realiseren van milieudoelen tussen directe milieudoelen en indirecte mechanismen. Een aantal maatregelen zijn in de lijst opgenomen op basis van de veronderstelling dat een hoger organische stofgehalte van de bodem automatisch goed is voor het realiseren van milieudoelen.
4. Formuleer de maatregelen in de BOOT-lijst meer groepsgewijs in logische combinaties. Dat versterkt het rendement en is de beste garantie voor een blijvende inbedding in de bedrijfsvoering. Zoek de voor de hand liggende combinaties, afgestemd op de aard van de grootste omgevingsopdracht.
5. Voer een pro-actief communicatie beleid met op gezette tijden herinneringen aan maatregelen die op dat moment relevant zijn.





## Handleiding factsheets watermaatregelen DAW

**De factsheets over watermaatregelen voor melkveehouderijbedrijven en akkerbouwbedrijven zijn opgesteld in het kader van Deltaplan Agrarisch Waterbeheer, Bestuurlijk Overleg Open Teelten (DAW/BOOT). De factsheets geven praktische informatie over maatregelen. Deze handleiding beschrijft hoe u de factsheets kunt gebruiken.**

### Doel

De factsheets zijn bedoeld om gebruikers bekend te maken met mogelijke maatregelen op het gebied van bodem en water en om gebruikers te ondersteunen bij besluitvorming over te nemen maatregelen. De maatregelen zijn bedoeld om knelpunten bij de waterkwaliteit en de waterkwantiteit te verbeteren (voorkomen van wateroverlast of het beter benutten van schaars zoetwater onder droge omstandigheden).

### Voor wie

De factsheets zijn primair bedoeld voor agrarische ondernemers en hun adviseurs en voor gebieds(water)beheerders zoals medewerkers van waterschappen. Ook beleidsmakers in het domein van water en landbouw, docenten en studenten en onderzoekers kunnen hun voordeel doen met de factsheets.

### Opbouw

Elke factsheet heeft dezelfde hoofdstructuur:

1. Een titel die in enkele woorden de inhoud weergeeft,
2. De beschrijving van de maatregel in twee zinnen plus een samenvattende tabel,
3. Een meer uitvoerige beschrijving met achtergronden.

Deze opbouw ondersteunt de volgende werkwijze in het gebruik:

- Op basis van titels nagaan welke factsheets relevant zijn.
- Op basis van de beschrijving in twee zinnen de essentie begrijpen van de maatregel en beslissen over verder lezen, doorsturen of doorvertellen.
- De hele maatregel begrijpen op basis van de volledige beschrijving en beslissen over acties.

### Scannen

De iconen geven aan of een factsheet relevant is voor de melkveehouderij of voor de akkerbouw of voor beide.



Let ook op het onderdeel 'Tips en aandachtspunten' met praktische aanwijzingen!

## Overzicht

	Factsheet	Effect		
		Productie voordeel	Milieu voordeel	Kosten
	<b>Plannen</b>			
1	Handleiding factsheets			
2	Breng uw waterbeheer in beeld			
3	Ken uw bodem			+ / ++
4	Plan uw bemesting vooruit	++	++	0
5	Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs	++	+	0
	<b>Handelen</b>			
6	Verleng de leeftijd van grasland	+	+	0
7	Droge bufferstroken	-	++	+++
8	Natte bufferstroken	-	++	+++
9A	Verwijdering van nitraat uit drainagewater	0	++	+++
9B	Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	0	++(+)	+++
10	Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot ½ mrt	--	+	+
11	Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	+	+	0 / +++
12	Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe	++	++	0
13	Stem de bemesting af op de N-mineralisatie	0	+	0 / +
14	Breng drempels aan in ruggenteelt	0	++	++
15	Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	- / 0	++	+
16	Bewerk de grond langs hoogtelijnen	0	++	+
17	Verdiep de beworteling van grasland	+	+	0
18	Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	+	+	0 / +
19	Verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf (in een systeem met vruchtwisseling)	++	+	0 / +
20	Inzet van compost en organische mest	+	+	0 / +
21	Zaai een goed vanggewas	+	+	+
22	Bodembedekking	- / +	++	0 / +
23	Spaar mest uit in maïs op scheurland	++	++	0
24	Verdun drijfmest bij uitrijden	+	+	++

## Toepassen op het bedrijf

Volg de stappen bij het beslissen over eventuele maatregelen op uw bedrijf:

- Aanwijzen probleem: waar liggen de grootste risico's op uw bedrijf met betrekking tot waterkwaliteit/kwantiteit? Denk aan:**
  - Afwatering naar sloten
  - Hellende percelen
  - Natte percelen
  - Moeilijk bewerkbare grond
  - Bemesting Maisteelt
- Zoek een passende maatregel**  
Selecteer welke maatregelen bijdragen aan het oplossen van de zojuiste genoemde risico's en in hoeverre ze van toepassing zijn op uw bedrijf. (let op de tips in de factsheets).
- Bepaal wie u van dienst kan zijn om de maatregel effectief toe te passen**  
Denk hierbij aan collega ondernemers, bedrijfsadviseurs, studieverenigingen, waterbeheerders. Voor sommige maatregelen kunnen lokale en regionale instanties en overheden helpen om subsidies te verkrijgen.
- Bepaal beoogd resultaat en beoordeel de maatregel**  
Bedenk van te voren welk resultaat de maatregel moet opleveren. Wanneer bent u tevreden? Beoordeel na uitvoering van de maatregel -eventueel samen met andere betrokken- of het resultaat bereikt is.



## Breng uw waterbeheer in beeld en plan verbeteringen

**Water is de belangrijkste productiefactor voor gewassen en de omgeving vraagt om goede waterkwaliteit. Ontdek welke verbeteringen nodig zijn en maak een overzichtelijk plan als ondersteuning van goed gekozen maatregelen.**

Water is belangrijk voor gewasproductie, milieu, diergezondheid en biodiversiteit. Goed watermanagement op uw bedrijf vraagt om aandacht voor het erf, uw land, drinkwatervoorzieningen voor vee en sloten. Daarbij komt veel kijken: een schoon erf met goede opslagvoorzieningen en wasplaatsen voor machines, voldoende en schoon drinkwater voor vee, zo min mogelijk wateroverlast en droogteproblemen op uw land en beperkte risico's op uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat. Deze zaken horen voor veel ondernemers nog niet bij de standaard bedrijfsvoering. Een bedrijfswaterplan brengt de belangrijkste aandachtspunten in beeld, geeft overzicht bij beslissen over verbetermaatregelen en biedt een basis voor afstemming met de waterbeheerder. Een geschikt instrument voor melkveebedrijven is de BedrijfsWaterWijzer. Er zijn ook benaderingen die gebaseerd zijn op bodemkundig veldonderzoek. Een voorbeeld daarvan is het Bedrijfsbodem en -waterplan.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	0/+ / ++	Milieu- en productievoordeel en kosten van het Bedrijfswaterplan zijn niet algemeen aan te geven. Deze zijn afhankelijk van uw situatie en de maatregelen. Het streven is om investeringen terug te verdienen.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	0/+ / ++	
Kosten <sup>2)</sup>	0/+ / ++	

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Een bedrijfswaterplan bestaat uit een analyse van het waterbeheer op het bedrijf en een plan. De analyse geeft inzicht in verbeterpunten voor waterbeheer op het bedrijf en brengt de gebruiker op mogelijke acties. Voorbeelden zijn het oplossen van natte plekken, waardoor de bodem in het voorjaar beter en sneller opdroogt, het verhogen van het vochtbergend vermogen van de wortelzone, het optimaliseren van de beregening of het aanpassen van het teeltplan of de beweiding. Het plan ondersteunt bij de uitvoering van die acties en functioneert ook als schriftelijke basis voor overleg met waterschappen en voor onderbouwing van subsidieaanvragen.

De BedrijfsWaterWijzer is een voorbeeld van een systematische analysetool voor de melkveehouderij. Hierin komen de volgende onderdelen in beeld:

- Erf: Beperken afspoeling van vuil water uit opslagen van voer of mest, bijvoorbeeld door opvangen van perssappen.
- Wateroverlast: Draag zorg voor goede voldoende snelle afvoer van neerslag, bijvoorbeeld door een voldoende infiltratiecapaciteit van water in de bodem.
- Droogte: Werk aan voldoende vocht voor goede gewasproductie. Een diepe beworteling en voldoende organische stof in de bodem zijn daarbij belangrijk.
- Nitraatuitspoeling: Dit vraagt om optimale bemesting en zorgvuldig beweiden.
- Afspoeling naar de sloot: Neerslag moet zoveel mogelijk door de bodem stromen en niet over de bodem. Natte plekken zijn dan ook een aandachtspunt.
- Drinkwater voor vee: Dit moet gezond zijn voor vee en niet verontreinigd zijn met bacteriën of schadelijke stoffen.
- Slootbeheer: Dit moet zo worden uitgevoerd dat de ecologie van de sloot in tact blijft en nutriënten mogen niet teruglopen in de sloot uit slootmaaisel dat op de kant gezet is.

Ook de veldbodembkundige aanpak is bedrijfsspecifiek. Een voorbeeld hiervan is het 'Bedrijfsbodemb- en waterplan' dat Aequator aanbiedt. Eerst doet een adviseur navraag bij u als ondernemer om een beeld te krijgen van de bedrijfsvoering en de problemen op het bedrijf in relatie tot bodemb en water. Vervolgens wordt informatie uit bodemkaarten gebruikt om de situatie in beeld te brengen. Daarna voegt de adviseur volgt een uitgebreid bodemonderzoek waarbij bodemprofielkuilen worden gegraven en besproken met de ondernemer op de meest relevante plekken. Deze analyse wordt geïntegreerd in een plan. De werkwijze heeft veel parallellen met de aanpak bij het uitvoeren van een bodemonderzoek zoals beschreven is in Factsheet 'Ken uw bodemb, breng de bodembkwaliteit in beeld'. De veldbodembkundige aanpak is zowel geschikt voor akkerbouw en andere open teelten als voor de melkveehouderij.

Op Agriwijzer.nl worden ook systematische bedrijfsscans aangeboden, in het bijzonder met betrekking tot het erf. Deze is naast de veehouderij ook geschikt voor de akkerbouw en geeft aan wat u kunt doen om te voldoen aan de vereisten van het Activiteitenbesluit.

### **Doel van deze maatregel**

In beeld krijgen van de risico's en kansen met betrekking tot waterbeheer op het bedrijf als basis voor effectieve maatregelen.

### **Effecten op waterkwaliteit**

De gevolgen van het werken met een bedrijfswaterplan zijn afhankelijk van de genomen maatregel. Veel maatregelen zullen bijdragen aan een betere waterkwaliteit. Voorbeelden zijn:

- Een heldere sloot rond het erf doordat perssappen van kuilopslagen goed worden opgevangen.
- Minder afspoeling van percelen door het aanleggen van bufferstroken langs percelen.
- Minder uitspoeling van nutriënten naar grondwater door verstandig toepassen van vruchtwisseling van gras en maïs.

### **Effecten op waterkwantiteit**

Bedrijfswaterplannen omvatten ook waterkwantiteit. Voorbeelden van effecten zijn:

- Minder droogteproblemen door slim plaatsen van stuwen.
- Hogere maïsopbrengst door het oplossen van natte plekken en bodembverdichting.

### **Effecten op bodembkwaliteit**

Bedrijfswaterplannen hebben zonder uitzondering betrekking op de bodemb. Voorbeelden van effecten zijn:

- Minder bodembdaling door slim toepassen van onderwaterdrainage.
- Een hoger vochtbergend vermogen van de bodemb waardoor de droogtegevoeligheid afneemt door behoud van bodemb organische stof.

### **Reactietijd**

Veranderingen van het erf hebben veelal snel een effect. Ook ingrepen om de waterafvoer van uw percelen (bijvoorbeeld bij wateroverlast) te verbeteren leiden snel tot resultaat. Andere maatregelen, zoals het toepassen van vruchtwisseling leiden pas na enkele (soms tientallen) jaren tot verbetering.

### **Effectiviteit**

De effectiviteit van acties is hoog doordat u effectieve maatregelen toepast op de juiste schaal (kavel, perceel of plek).



**Figuur 1** Risicoscores voor verschillende onderdelen van watermanagement gepresenteerd als thematische lijst en op een bedrijfskaart.

### Tips

- Het is aan te raden om in netwerkprojecten of studiegroepen over water, bodem, bemesting en ruwvoerproductie kennis te maken met Bedrijfs-bodem en waterplannen.
- Het is aan te raden om contact op te nemen met medewerkers van de waterschappen die verantwoordelijk zijn voor het waterbeheer in het gebied waar uw bedrijf zich bevindt. Ze kunnen u wijzen op aantrekkelijke subsidiemogelijkheden, kunnen meedenken met maatregelen op uw bedrijf of kunnen aanpassingen doen in het waterbeheer in het gebied om aan te sluiten bij uw bedrijfsvoering.

### Kosten en baten

- Voor online tools worden soms abonnementskosten gevraagd. De BedrijfsWaterWijzer wordt kosteloos beschikbaar gesteld. De kosten voor een Bedrijfs-bodem en waterplan gebaseerd op veldbodemkundig onderzoek zijn afhankelijk van de omvang en uitgebreidheid van het advies.
- De kosten van maatregelen zijn nauwelijks algemeen aan te geven en zullen heel sterk uiteenlopen. Dat geldt ook voor de baten. Kosten en baten zullen dus altijd een onderdeel zijn van de analyse waarbij de vragen zijn, evenals de eventuele subsidiemogelijkheden.

### Meer informatie

- Meer informatie is verkrijgbaar via de website van Koeien & Kansen.  
<https://www.koeienkansen.nl/nl/koeien-kansen-1/Water-1.htm> De BedrijfsWaterWijzer is gratis online te benaderen. <https://webapplicaties.wur.nl/Software/BedrijfsWaterWijzer/Home/Index>
- ZLTO heeft een Bedrijfswaterplan ontwikkeld die specifiek gericht is op optimaliseren van berekening:  
<https://www.zlto.nl/bedrijfswaterplan>
- Aequator heeft een protocol ontwikkeld voor het opstellen van een Bedrijfsbodem en -waterplan  
<https://www.aequator.nl/wp-content/uploads/2017/05/Bedrijfswaterplan-Aequator.pdf>
- De Agriwijzer biedt scans aan van onder andere het erf voor akkerbouw en melkveehouderij:  
<https://www.agriwijzer.nl/>



## Ken uw bodem, breng de bodemkwaliteit in beeld

**Voor goed bodembeheer is kennis van de eigen bodem belangrijk. Staan er vaak plassen op het land, is de gewasstand slecht of laat de bewerkbaarheid te wensen over, graaf dan eens een profielkuil of doe een bodemcheck en vergroot daarmee het inzicht in de percelen.**

Goed zicht op de bodemkwaliteit en de eigenschappen van percelen is de basis voor een duurzaam bodembeheer. Met eenvoudige instrumenten zoals de bodemcheck voor grasland en door zelf te kijken naar de opbouw van de eerste 50 cm via een profielkuil wordt vaak al veel duidelijk. Een adviseur kan een uitgebreider bodemkundig onderzoek uitvoeren en gericht advies geven over te nemen maatregelen.

### Samenvatting

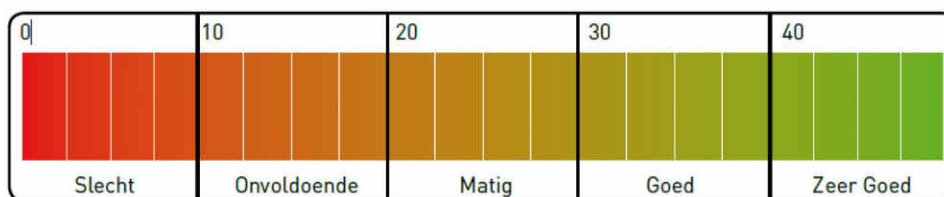
	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	++	Vooraf door het effect van een grotere bewortelingsdiepte op de vochtvoorziening. Het voordeel kan per situatie verschillen, afhankelijk van de uitgangssituatie en de ingreep.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Vooraf door een betere bodemstructuur en nutriëntenbenutting. Het voordeel kan per situatie verschillen, afhankelijk van de uitgangssituatie en de ingreep.
Kosten <sup>2)</sup>	+	Bedoeld wordt hier de kosten van advies, niet die van de eventueel ingrepen die erop volgen.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Voor grasland is 'de bodemcheck' een praktische tool. Hij bestaat uit een aantal stappen (Bijlage 1). In stap 1 wordt de grasproductie en de N en P-benutting van de bodem uit de KringloopWijzer beoordeeld. In stap 2 gebeurt dat met de (chemische) kull- en bodemanalyses. In stap 3 wordt per perceel de bodemconditiescore gegeven. Deze bestaat uit visuele waarnemingen van gewasbedekking, beworteling, bodemverdichting beneden 20 cm -mv, de bodemstructuur in de laag 10-20 cm-mv, de pH en het organische stofgehalte van de bodem, het aantal gekleurde vlekken in de bodem, plasvorming op het land en tenslotte insporing en vertrapping. Voor de handleiding en video zie [www.mijnbodemconditie.nl](http://www.mijnbodemconditie.nl). De scores op de criteria van stap 3 worden samengevat zoals in figuur 1. Vervolgens kan op basis van de afzonderlijke perceelscores een bodemconditiescore voor het bedrijf als geheel worden berekend. U kunt dit na een paar keer oefenen zelf voor uw gronden doen.



Figuur 1: Bodemconditiescore wordt uitgedrukt op een schaal van 0 (slecht) tot 50 (zeer goed).

Voor bouwland is de beste methode het graven en beoordelen van een profielkuil van 50x50x50 cm. Belangrijke aspecten om naar te kijken zijn bodemstructuur in de bouwvoor en daaronder, sporen van activiteit van bodemleven, diepte en intensiteit van beworteling en waterhuishouding. Bodemkundig onderzoek door een adviseur biedt veel aanknopingspunten voor het bedrijfs- en bodemmanagement. De bodemkwaliteit is vaak een afspiegeling van het beheer. Een adviseur zal daarom breder kijken dan alleen de waarneming en ook gebruik maken van beschikbare kaarten,



grondwatertrappen, chemische bodemanalyses, informatie over bouwplan, grondbewerking en bemesting. Advies kan gaan over reparatie van slechte plekken met bodemtechnische ingrepen (het opheffen van storende lagen), maar het kan ook nodig zijn om het hele perceel aan te pakken met drainage, egalisatie, of een aanpassing in de vruchtwisseling (gewaskeuze) en de grondbewerking, zodat deze beter afgestemd zijn op het bodemtype.

### Doel

Het doel van meer zicht op de eigen bodemkwaliteit en bodemkundig advies is om de bodemkwaliteit gericht te kunnen verbeteren zodat de opbrengst optimaal kan zijn met minimale milieueffecten (uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater).

### Effect op waterkwaliteit en -kwantiteit

Door verbetering van de bodemkwaliteit neemt de waterinfiltratie toe, waardoor minder water afspoelt over het maaiveld en het vochtleverend vermogen van de bodem toeneemt. Hierdoor neemt de piekbelasting van het oppervlaktewater bij hoosbuien af, en daarnaast ook de belasting met nutriënten en gronddeeltjes, waardoor de waterkwaliteit verbetert en de onderhoudsbehoefte van de sloot afneemt. Verbetering van de bodemkwaliteit leidt ook tot een intensievere en diepere beworteling en gaat gepaard met meer biologische activiteit, waardoor water en nutriënten beter benut worden en er minder verloren gaat naar grond- en oppervlaktewater. Bij een intensievere beworteling neemt ook de gewasverdamping toe waardoor de afvoer via grond- en oppervlaktewater afneemt.

### Effect op de bodemkwaliteit

De maatregel is expliciet op verbetering van de bodemkwaliteit gericht.

### Reactietijd

Bodemtechnische maatregelen werken weliswaar direct, maar vergen wel langdurig aangepast bodemgebruik om herhaling van bodemproblemen te voorkomen. Als alleen het bodemgebruik wordt aangepast (vruchtwisseling, gewaskeuze), moet rekening worden gehouden met een periode van 5-10 jaar waarin de maatregel tot werking komt. Bij ernstige verdichting of storende lagen is het daarom verstandig om eerst een bodemtechnische maatregel te treffen, alvorens het bodemgebruik aan te passen.

### Effectiviteit

'De rijkste boeren, zitten op de armste gronden'. Dit eeuwenoude gezegde geeft aan hoe effectief goed bodemmanagement is. Op arme gronden waren boeren gedwongen om heel nauwkeurig met de bodem en gewassen om te gaan, met als gevolg dat ze veelal een hoger rendement konden behalen dan collega's op rijkere gronden. Kennis betaalt zich dus uit in de grondgebonden landbouw, of het nu om grondgebonden veeteelt gaat, over akkerbouw of over mengvormen. De positieve effecten van kennis van en aandacht voor de bodem zijn echter niet in één of enkele grootheden uit te drukken.

### Tips en aandachtspunten

- Het uitvoeren van de bodemconditiescores of het beoordelen van een profielkuil is, na wat instructie, ook zelf uitvoerbaar.
- Aansluiten bij projecten die ingaan op de bodemconditie is een aanrader. Leuk en leerzaam!
- De loonwerker voert veelal veel werkzaamheden uit die invloed hebben op de bodem. Probeer daarom uw loonwerker te betrekken bij uw bodemconditie.
- Uw kennis groeit met de ervaringen in elk (groei)seizoen. Leg de waarnemingen daarom op overzichtelijke manier vast in getallen, foto's en opmerkingen.
- Concrete maatregelen gericht op de bodemkwaliteit zijn beschreven in diverse andere factsheets.

### Kosten en baten

Verdieping in de eigen bodem hoeft geen geld te kosten. De ervaring leert dat de praktijk vaak terughoudend is om het zelf te doen of niet goed weet wat er dan geconcludeerd kan worden. Daarom is het inschakelen van een onafhankelijk adviseur zinvol. De kosten hiervan bedragen ca. 500-1000 Euro (afhankelijk van de uitgebreidheid van het advies en de rapportage). Vraag ook uw teeltadviseur(s) eens om samen naar de bodem te kijken. Regelmatig bieden onderzoeksprojecten de kans om gratis of tegen beperkt budget bodemkennis te vergaren. In Flevoland loopt bijvoorbeeld het project Zicht op Bodemstructuur waarbij deelnemers leren hun eigen bodems visueel te beoordelen. Baten komen voort

uit besparingen op voerkosten, loonwerk en kosten voor bestrijdingsmiddelen. Directe baten komen voort uit de meerwaarde van hogere productie en kwaliteit van consumptiegewassen.

### **Nadere informatie**

- <http://www.mijnbodemconditie.nl>
- <https://flevolandsagrarischoollectief.nl/zicht-op-bodemstructuur>
- Koopmans, C.J., M. Zanen, C. ter Berg, 2015. Bodemscan© zand- en dalgronden: Beoordelingskader Veenkoloniale gronden. Rapport 2015-013 LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 22 p.
- Koopmans, C.J., M. Zanen, C. ter Berg, 2005. De kuil: Bodembeoordeling aan de hand van een kuil. November 2005.

# Bodemcheck voor grasland

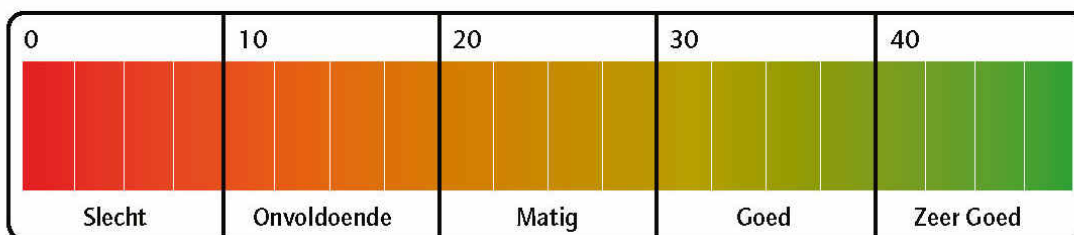





**Stap 1:** De grasproductie en de N en P benutting van de bodem uit de KringloopWijzer.

**Stap 2:** Kijk daarna naar de kuil- en bodemanalyses.

**Stap 3:** Voer daarna de BodemConditieScore op de achterzijde van deze kaart uit.

Naam:		Datum:	
	<b>Streven</b>	<b>Eigen bedrijf</b>	<b>Bij afwijking van streven volgende actie</b>
<b>Stap 1</b>			
<b>KringloopWijzer</b>			
Kg droge stof gras per ha	> 12.000		Ga verder met deze checklist.
Bodembenutting N	> 70%		Ga verder met deze checklist.
Bodembenutting P	> 100%		Ga verder met deze checklist.
<b>Stap 2</b>			
<b>Graskuilanalyse 1e snede</b>			
P-gehalte g per kg ds	> 3,5		Bij een lager P-gehalte check bodemanalyses op P-beschikbaar en P-AI en kijk naar bodemstructuur en beworteling. Bemest meer P-rijke mest of fractie, verdun drijfmest met water en pas management aan voor intensievere beworteling, actiever bodemleven en een betere bodemstructuur.
K-gehalte g per kg ds	25 - 35		Te laag: kali uit drijfmest beter verdelen over seizoenen en eventueel bijmesten. Te hoog: stoppen met voeren van eventuele kali rijke bijproducten, verhogen grasproductie en eventueel correctie met Mg-bemesting bij problemen met kopziekte.
S-gehalte g per kg ds	> 2,2 - 4,0		Te laag: bijmesten 1e snede. Te hoog: Stop met S-bemesting.
Fe-gehalte mg per kg ds	< 1.000		Hoog ijzergehalte kan duiden op hoge ijzergehalte in bodem en daarmee fosfaat fixering. Let ook op grond in graskuil, Fe in drinkwater en corrigeer rantsoen op antioxidanten zoals vitamine E en Se.
<b>Bodemanalyse</b>			
N-Leverend Vermogen (NLV)	> 150		Het stikstofleverend vermogen (NLV) van grasland is sterk gerelateerd aan organische stof. Bij bepaling van landelijke gebruiksnormen gaat men uit van 150 kg NLV. Opbouwen van organische stof en NLV gaat het snelste via meerjarig grasland met lage frequentie van herinzaai. Bij NLV lager dan 100 kg N per ha, grasklaver inzaaien ipv gras.
Organische stof	> 5%		
pH	4,8 - 5,5		Te laag: Bekalken.
P-Plant beschikbaar	> 1,5		Als P-gehalte graskuil ook laag is bemest dan meer P-rijke mest of fractie, verdun drijfmest met water en pas management aan voor intensievere beworteling, actiever bodemleven en een betere bodemstructuur. Kijk op <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a> voor laatste streefwaarde.
P-bodemvoorraad (P-AI)	> 25		Zie P-Plant beschikbaar en gericht eigen P-bronnen verdelen.
K-Plant beschikbaar			zie <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a>
S-Leverend Vermogen (SLV)	> 20		Bijmesten zwavel in 1e snede, zie <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a>
<b>Stap 3</b>		<b>zie ommezijde</b>	



<b>Stap 3</b>					
<b>BodemConditieScore – <a href="http://www.mijnbodemconditie.nl">www.mijnbodemconditie.nl</a></b>					
Streek een bodemkluut uit van 20x20x20 cm en leg deze op een vulmiszak en bepaal de score op de volgende eigenschappen					
Meting	Score	Wegings-factor	Score x Wegings-factor	Bij lage score volgende actie	
Score 0 = onvoldoende	Score 1 = matig	Score 2 = goed			
<b>1. Gewasbedekking</b>					
minder dan 80%	tussen 80 – 90%	meer dan 90%		x2	
					Aanpassen beweiding- en maai-management, en eventueel doorzaaien.
<b>2. Beworteling</b> Tel op een vlak 10x10 cm op 20 cm diepte					
< 15 wortels	tussen 15 – 40	meer dan 40		x3	
					Check verdichting ondergrond en bodemstructuur.
<b>3. Verdichting ondergrond</b> Laat een mes of spatel langs de rand van de bodemkluut naar beneden glijden					
veel weerstand	een beetje weerstand	glijdt gemakkelijk		x3	
					Check ontwatering, timing machines, machinekeuze, bandekeuze en bandenspanning.
<b>4. Bodemstructuur 10–20 cm</b> Beoordeel bodemstructuur in laag 10-20 cm					
grote scherpe blokken	>50% afgerond blokkige structuur	> 80% ca 1 cm afgerond blokkig of kruimels		x3	
					Check ontwatering, timing machines, machinekeuze, bandekeuze en bandenspanning.
<b>5. Regenwormen</b> Beoordeel het totaal aantal wormen					
minder dan 3	tussen 3 en 10	meer dan 10		x3	
					Check pH, mogelijk bekalken en/of teelt van grasklaver.
<b>6. Zuurgraad pH</b> Beoordeel de pH van de bodemanalyse					
minder dan 4,8	tussen 4,8 en 5,1	meer dan 5,1		x3	
					Bekalken.
<b>7. Organische stof</b> Beoordeel het organische stof gehalte van de bodemanalyse					
minder dan 3,5%	tussen 3,5 en 4,5%	meer dan 4,5%		x3	
					Opbouwen van organische stof en NLV gaat het snelste via meerjarig grasland met lage frequentie van herinzaai. Bij organische stof lager dan 3,5 % grasklaver telen.
<b>8. Aantal gekleurde vlekken</b> Bekijk of er roestvlekken voorkomen					
veel roestvlekken	beetje roestvlekken	geen roestvlekken		x1	
					Roestvlekken duiden op ijzer in de bodem en kunnen mogelijk aanleiding geven voor P-fixering. Let op P in graskuil en P beschikbaar in bodemanalyse en verbeter de afwatering, bodemstructuur en bodemleven.
<b>9. Plasvorming</b> Staan er (vaak) plassen op het land?					
geen	beperkt	veel		x-2	
					Afwatering, bodemstructuur en bodemleven.
<b>10. Sporen/vertrapping</b> Zijn er machinesporen of is er vertrapping te zien?					
geen	beperkt	veel		x-1	
					Check ontwatering, timing machines, machinekeuze, bandekeuze en bandenspanning.
<b>Score stap 3</b>					invullen op de andere zijde.

Deze tool is ontwikkeld door



Bekijk alle tips en meer achtergronden op [www.mijnbodemconditie.nl](http://www.mijnbodemconditie.nl)



## Plan uw bemesting vooruit

**Houdt bij bemesting rekening met verschillen in het productievermogen van percelen en voorkom dat in het grasseizoen, bijvoorbeeld na de bemesting van maïs, geen mest meer beschikbaar is voor de tweede snede. Kortom: maak een bemestingsplan!**

Het gebruik van meststoffen (stikstof en fosfaat) is begrensd door gebruiksnormen. Het is daarom van belang om mest zo goed mogelijk in te zetten. Een simpele werkwijze bij de bemesting, alle graspercelen dezelfde bemesting en alle maïspcelen dezelfde bemesting, lijkt aantrekkelijk. Maar percelen zijn verschillend en worden verschillend gebruikt en daarbij passen verschillende bemestingsniveaus. Juist bij een beperkte beschikbaarheid van mest volstaat zo'n standaardverdeling niet meer. Een jaarplanning van de bemesting, in combinatie met een voorraadplanning, geeft overzicht. Maak deze planning ruim voor de eerste bemesting, bijvoorbeeld in januari. Dan bent u nog goed op tijd maar heeft u de mestproductie en de grond waarover u de mest in het komende seizoen gaat verdelen al wel in beeld.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	++	Meer ruwvoer in de kuil van een betere kwaliteit. Het voordeel is afhankelijk van hoe verschillend uw percelen zijn.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	U beperkt de uitspoeling die veroorzaakt wordt door te zware bemesting van percelen waar de mest niet benut kan worden.
Kosten <sup>2)</sup>	0	Veel tools zijn gratis of tegen lage kosten beschikbaar. De planning vergt investering van 'tijd' (2 uur per jaar).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Voor een optimale gewasopbrengst en graskwaliteit is het noodzakelijk om de beschikbare meststoffen in bedrijfsverband zo goed mogelijk te verdelen over de percelen, rekening houdend met verschillen tussen percelen. Ook planning van de bemesting in de tijd is van belang. Om op de optimale tijdstippen te kunnen bemesten, moet goed in de gaten gehouden worden hoeveel mest in de loop van het jaar nog beschikbaar is. Het bijhouden van voorraden is een eenvoudig, effectief hulpmiddel.

Bij de verdeling van mest over percelen kan rekening gehouden worden met:

- De behoefte van het gewas: maïs heeft minder stikstof, gras meer.
- Het productievermogen van percelen: een hoog productief perceel kan zwaarder bemest worden dan een laag productief perceel. Immers als u een perceel dat 14 ton ds gras produceert en een perceel dat 10 ton ds gras produceert beide behandelt als een perceel dat 12 ton ds produceert, dan wordt het hoog productieve perceel onbedoeld uitgeput en het laag productieve perceel krijgt mest die het gewas niet kan benutten.
- Het voorgewas: maïs op scheurland groeit prima op de ondergeploegde graszode en heeft geen mest. Gras na maïs heeft nutriënten nodig voor opbouw van de nieuwe graszode.
- De graslandplanning: een weidesnede krijgt een lagere bemesting of in het geheel geen bemesting.
- De bodemkwaliteit en de bodemvruchtbaarheid: er kan rekening gehouden worden met de hoeveelheid stikstof en fosfaat die in de bodem door mineralisatie vrijkomt.
- N binding met klaver: om N binding te bevorderen op een perceel is het raadzaam niet teveel stikstof te geven.

Er zijn verschillende hulpmiddelen beschikbaar die kunnen ondersteunen bij de planning voor de verdeling van mest. Een voorbeeld is de PerceelVerdelers. De tool:

- verdeelt N, P en K uit organische mest en kunstmest,

- berekent voor elk gras- en maïspancel een jaargift en voor elk grasperceel ook de gift in de eerste snede, en wat nog beschikbaar is voor de resterende snedes,
- brengt de voorraad organische mest in beeld in het bemestingsseizoen.

## Doel

Het doel van een bemestingsplan is dat de beschikbare meststoffen binnen de gebruikruimte optimaal worden toegewezen aan de percelen rekening houdend met eigenschappen van de percelen. Dit zijn bijvoorbeeld verschillen in opbrengst, gebruik en bodemvruchtbaarheid. Dat verhoogt de stikstofbenutting en vermindert het risico op uit- en afspoeling.

## Effect op waterkwaliteit

Door meststoffen te brengen naar waar het hoogste rendement wordt verwacht (N-benutting), verkleint het risico dat meststoffen verloren gaan door uitspoeling. Dit draagt bij aan een verbetering van de kwaliteit van grondwater, vooral op uitspoelingsgevoelige gronden.

## Effect op waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit.

## Effect op bodemkwaliteit

De maatregel heeft geen effect op de bodemkwaliteit.

## Reactietijd

Deze maatregel heeft binnen één jaar gevolgen voor de kwaliteit van het ruwvoer en binnen één tot drie jaar effect op de nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater.

## Effectiviteit

- Een goed bemestingsplan is effectief in situaties waarbij percelen in opbrengstcapaciteit substantieel verschillen en waar in het verleden geen maatwerk werd verricht in bemesting tussen percelen. De maatregel is effectief op alle bodemtypes waar percelen verschillend zijn in bodemvruchtbaarheid, bodemstructuur en beheer (maaien/weiden).
- Naarmate de verschillen in beheer, opbrengst en bodemvruchtbaarheid tussen percelen groter zijn, zal de effectiviteit van deze maatregel toenemen.
- Werd in het verleden bij het uitvoeren van de bemesting nauwelijks rekening gehouden met de werking van weidemest, dan zal de effectiviteit van deze maatregel toenemen.
- Bewust nadenken over de gevolgen van het (her)verdelen van meststoffen over de gewassen en percelen en op basis daarvan keuzes maken, zal de effectiviteit van deze maatregel toenemen.
- Het perceelsgericht plannen van de uitvoering van de bemesting in combinatie met voorraadbeheer van dierlijke mest (onderdeel van de PerceelVerdeler) vergroot de effectiviteit van de maatregel.

## Tips en aandachtspunten

- Voor het opstellen van een goed bemestingsplan is het noodzakelijk om regelmatig bodemanalyses te laten nemen.
- De verdeling over gewassen en percelen is maar één onderdeel van een bemestingsplan. Besteed ook aandacht aan de tijdstippen van bemesting en welke soorten meststoffen te gebruiken.
- De maatregel 'Spaar mest uit in maïs op scheurland' is volledig geïntegreerd in de PerceelVerdeler.
- Zorg voor een goede instelling en/of afstelling van de machines.
- Het kan nuttig zijn om te onderzoeken *waarom* sommige percelen laag productief zijn, bijvoorbeeld door de bodemconditie te beoordelen. Als dat in beeld is, kan dat met gerichte handelingen opgelost worden.

## Meer informatie

Tools die ondersteunen bij de verdeling van mest zijn:

- De PerceelVerdeler (gratis) te downloaden: <http://webapplicaties.wur.nl/software/perceelverdeler>.
- Agrovision ([http://www.agrovision.nl/sectoren/melkveehouderij/grond\\_gewas/](http://www.agrovision.nl/sectoren/melkveehouderij/grond_gewas/)).
- DLV-advies (<https://www.dlvadvies.nl/mest/managementtools/dlv-mijnperceel>).
- Achtergrond informatie over perceelsgericht bemesten: <http://edepot.wur.nl/415511>



## Zoek het optimale landgebruik van gras en maïs

**Optimaal landgebruik voor milieu en portemonnee? Voor melkveebedrijven met derogatie is 60% blijvend grasland, en 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) in vruchtwisseling met bouwland (3 jaar) winstgevend voor bedrijf en omgeving!**

De meeste bedrijven op mineralengronden (zand- en kleigrond) hebben een landgebruik van 80% grasland en 20% bouwland. Hierbij wordt maïs vaak in continueelt verbouwd of in vruchtwisseling met blijvend grasland van vijf jaar en ouder. Continueelt maïs is echter niet wenselijk vanwege het negatieve effect op bodemkwaliteit. Daarnaast mineraliseert er veel organische stof in een vruchtwisseling van maïs met blijvend grasland van vijf jaar en ouder, die niet kan worden benut in het volggewas. Dit zorgt voor verliezen voor het milieu en de portemonnee. Als de verschillende doelen op een melkveebedrijf worden gecombineerd (bodemkwaliteit, productie, water- en luchtkwaliteit en biodiversiteit) dan is het optimale landgebruik voor melkveebedrijven met derogatie: 60% blijvend grasland, en 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) in vruchtwisseling met bouwland (3 jaar).

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+ / ++	Door vruchtwisseling is er een hogere opbrengst met minder kunstmestgebruik.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Minder nitraatuitspoeling uit de maïs.
Kosten <sup>2)</sup>	0	Deze maatregel kost geen geld, maar kan tot 7.000 euro opleveren (van Eekeren, 2016b).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

In de melkveehouderij hebben de meeste bedrijven op mineralen gronden (zand- en kleigrond) een landgebruik van 80:20, 80% van de grond is grasland en 20% is voor de teelt van maïs. Deze maïs wordt vaak in continueelt verbouwd of in vruchtwisseling met grasland van 5 jaar of meer. Vruchtwisseling van maïs met grasland van 5 jaar of ouder heeft als nadeel dat er veel van het organische stof dat is opgebouwd in het grasland wordt afgebroken. De stikstof hierin kan niet door het volggewas (maïs) gebruikt worden en gaat dus verloren. Het gevolg is verliezen door mineralisatie en uitspoeling. Deze verliezen kunnen verminderd worden door een landgebruik van 60:20:20. 60% is permanent grasland en de overige 40% is een vruchtwisseling van 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) en 20% bouwland (3 jaar).

### Doel

Doel is een optimaal landgebruik waarin de ruwvoerproductie (kwaliteit en kwantiteit) en bodemkwaliteit voor de korte en lang termijn gewaarborgd is en de impact op milieu en biodiversiteit geminimaliseerd wordt.

### Effect op waterkwaliteit

Met een landgebruik van 60% blijvend grasland, en 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) in vruchtwisseling met 20% bouwland (3 jaar), hoeft voor een hogere opbrengst minder kunstmest te worden gebruikt waardoor de nitraatuitspoeling naar oppervlakte- en grondwater lager wordt.

### Effect op waterkwantiteit

Een landgebruik van 60% blijvend grasland, en 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) in vruchtwisseling met bouwland (3 jaar) zorgt op bedrijfsniveau voor de hoogste waterinfiltratie en het hoogste watervasthoudend vermogen (zie ook effect op bodemkwaliteit).

## Effect op bodemkwaliteit

In Tabel 1 is weergegeven wat de verschillende vormen van landgebruik op een melkveebedrijven voor effect hebben op de zes elementen van bodemkwaliteit. Bij bedrijven met 80% grasland en 20% bouwland, levert een landgebruik 60% blijvend grasland, en 20% gras, rode en witte klaver (3 jaar) in vruchtwisseling met bouwland (3 jaar) de beste bodemkwaliteit.

Tabel 1: Invloed van landgebruik op de zes elementen van bodemkwaliteit (van Eekeren et al., 2016b).

	Blijvend grasland	3 jaar grasklaver in vruchtwisseling met 3 jaar maïs	3 jaar maïs in vruchtwisseling met grasklaver	Continue bouwland
1. Organische stof	+	0	0	-
2. Bodemstructuur	+	+	-	-
3. Beworteling	0	+		
4. Bodemleven	+	0	0	-
5. Waterhuishouding	+	0		
6. Bodemchemie	+	0	0	-

## Reactietijd

Bij een goede keuze van percelen voor gras, rode en witte klaver (percelen met een laag stikstofleverend vermogen) is op deze percelen al binnen 1 jaar een effect te zien. Voor de vruchtwisseling met bouwland duurt het 3 jaar omdat eerst 3 jaar gras, rode en witte klaver moet worden geteeld. De toename van organische stof in het blijvend grasland en de vruchtwisseling zal enkele jaren kosten voordat het effect zichtbaar wordt.

## Effectiviteit

Deze maatregel is met name relevant en effectief op melkveebedrijven met derogatie met 80% grasland en 20% bouwland op minerale gronden (zand- en kleigronden).

## Tips en aandachtspunten

- Als niet op alle percelen waar continueelt bouwland wordt toegepast vruchtwisseling met gras, rode en witte klaver kan worden uitgevoerd, is het ook mogelijk om vruchtwisseling op gedeelte van percelen te doen.
- In 3 jaar bouwland kunnen ook andere gewassen worden geteeld of kan worden samengewerkt met een akkerbouwer.
- Selecteer de percelen met het hoogste stikstofleverend vermogen voor blijvend grasland en begin op percelen met het laagste stikstofleverend vermogen met gras, rode en witte klaver.
- Teel in het laatste maïsjaar van vruchtwisseling een vroeg maïsras of een vroeg ruimend akkergebouwgewas zodat nog in september grasklaver gezaaid kan worden.
- Zaai een mengsel van 30 kg BG3 of BG4 met 5 kg rode en 3 kg witte klaver per ha.
- Let op kali- zwavelbemesting van grasklaver na bouwland.
- Zie voor tijdelijk grasland met rode en witte klaver [www.klaverklimaat.nl](http://www.klaverklimaat.nl).
- Bij frezen en ploegen van driejarige grasklaver komt zoveel stikstof vrij dat geen extra stikstofbemesting noodzakelijk is. Houd wel andere elementen in de gaten.
- Juist na een driejarige grasklaver kan het interessant zijn om niet-kerende grondbewerking toe te passen om organische stof afbraak te minimaliseren. In dit geval is wel een lichte gift van stikstof noodzakelijk. Ook moet rekening gehouden worden met onkruid bij niet kerende grondbewerking.

## Kosten en baten

De kosten en baten zijn doorgerekend voor een bedrijf op zandgrond met 800.000 kg melk en een intensiteit van 18.000 en 25.000 kg melk per ha en levert uiteindelijk een financiële plus op van 7.000 euro per bedrijf per jaar.



### Meer informatie

- Eekeren, N. van, J.G.C. Deru, N.J. Hoekstra, J. de Wit, 2018. Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven 2018-002 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen.36 p.
- Eekeren, N. van, 2016a. Optimaal landgebruik voor bodemkwaliteit: 60% blijvend grasland en 20% grasklaver in rotatie met 20% snijmais. V-focus. December, p. 34-35.
- Eekeren, N. van, S. van de Goor, J. de Wit, A. Evers, M. de Haan, 2016b. Inkomen 7.000 euro hoger bij betere bodemkwaliteit. V-focus. December, p. 36-37.
- Vellinga, T., N. van Eekeren, 2017. Effect verandering landgebruik op emissies broeikasgassen. V-focus. April 2017, p. 38-39.



## Verleng de leeftijd van grasland voor behoud en verhoging van het organische stofgehalte

**Verlengen van de leeftijd van grasland kan door graslandbeheer gericht op een goede botanische samenstelling. Deze wordt verkregen door weidegang te gebruiken voor een dichte graszode, te beregenen, met een zekere frequentie gras door te zaaien, een goede ontwatering en verdichting te voorkomen of op te heffen.**

Door de leeftijd van grasland te verlengen blijft het organische stofgehalte en het stikstofleverend vermogen (NLV) in de bodem behouden of neemt toe. Vanwege dit hogere gehalte aan organische stof en NLV is, met de huidige bemestingsnormen, oud grasland even productief of mogelijk nog productiever dan jong grasland, mits de botanische samenstelling goed is. Scheuren en herinzaaien van grasland geeft een verlies aan organische stof door afbraak waarbij nutriënten kunnen uitspoelen en lachgasemissie optreedt. Naast de hoge kosten voor herinzaai zorgt dit verlies van nutriënten voor een lagere opbrengst.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+ / ++	Door een hoger organische stofgehalte heeft oud grasland een hoger NLV dan gescheurd grasland en mogelijk een hogere productie.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Niet scheuren voorkomt nitraatuitspoeling en lachgasemissie.
Kosten <sup>2)</sup>	0	Deze maatregel kost geen geld, maar kan kosten besparen.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Grasland zorgt voor de opbouw van organische stof via de aanvoer van effectieve organische stof uit gewas- en wortelresten. De afbraak van organische stof is relatief laag omdat geen grondbewerking plaatsvindt. Met de leeftijd van het grasland loopt gedurende de eerste 15 jaar na herinzaai het organische stofgehalte en het stikstofleverend vermogen (NLV) van de bodem sterk op (zie Figuur 1). Voor verlenging van de leeftijd van grasland is het behoud van een goede botanische samenstelling cruciaal. Volgens het huidige advies is grasland-vernieuwing pas aan de orde, wanneer de botanische samenstelling van de graszode te sterk is achteruitgegaan en herstel uitgesloten is. De criteria voor een onvoldoende botanische samenstelling van de zode zijn als volgt (zie hiervoor ook <http://webapplicaties.wur.nl/software/herinzaaiwijzerfe/>):

- < 50% Engels raaigras;
- of > 10% kweek in haarden;
- of > 20% kweek verspreid.

### Doel

Het doel is het verlengen van de leeftijd van grasland voor behoud en opbouw organische stof en stikstofleverend vermogen (NLV) mogelijk resulterend in een hogere opbrengst met de huidige bemestingsnormen (Van Eekeren et al., 2010, Iepema et al., in voorbereiding. en minder verliezen naar het milieu.

### Effect op de waterkwaliteit

Bij het scheuren van grasland wordt veel organische stof afgebroken en mineraliseert veel stikstof wat potentieel kan uitspoelen als nitraat naar oppervlakte- en grondwater. Door de leeftijd van grasland te verhogen wordt de frequentie van deze mineralisatiepiek verlaagd en verliezen geminimaliseerd.

### Effect op waterkwantiteit

Door de leeftijd van grasland te verhogen bouwt zich organische stof en bodemleven op. Hierdoor is er meer waterinfiltratie en wordt water beter vastgehouden.

### Effect op de bodemkwaliteit

Naast het effect op organische stof heeft een hogere leeftijd van grasland een positief effect op het bodemleven. Door het stabielere milieu (voedsel en bescherming) kunnen met name pendelende regenwormen goed gedijen onder ouder grasland. De diepe en verticale wormengangen van pendelende regenwormen zijn belangrijk voor waterinfiltratie en wortels kunnen hierdoor doordringen in diepere bodemlagen.

### Effectiviteit

De maatregel is zeer effectief en gemakkelijk in te passen. De grasopbrengst is net zo hoog en mogelijk zelfs hoger dan vernieuwd grasland. Het is toe te passen op alle grondsoorten.

### Tips en aandachtspunten

Belangrijk is om de grasmat goed te houden.

- De botanische samenstelling is een punt van aandacht. Op zandgrond kunnen kweekhaarden ontstaan door verdroging. Deze kunnen als het oppervlakte niet te groot is pleksgewijs worden aangepakt. Ook beregenen om de botanische samenstelling te behouden is vooral op zandgrond een belangrijke maatregel voor de verlenging van de leeftijd van grasland. Op veen en met name klei is behoud van de botanische samenstelling makkelijker dan op zandgrond.
- Het creëren van een dichtere zode door beweiding gedurende het seizoen of naweiden met schapen belangrijk voor behoud van een goede graszode.
- Als de botanische samenstelling terugloopt kan worden doorgezaaid.
- Op melkveebedrijven waar ruwbeemd een probleem is, is het zaak om op tijd te beginnen met doorzaaien van Engels raaigras. Doorzaaien waar al veel ruwbeemd staat is minder succesvol dan in een zode met minder ruwbeemd.
- Het voorkomen of opheffen van verdichting is een voorwaarde om de 'oude' zode goed te laten presteren.
- Monitoren van de opbrengst per perceel en een vergelijking tussen de verschillende percelen geeft een goede indicatie van de kwaliteit van de grasmat.
- Binnen de derogatie past verlengen van de leeftijd van grasland heel goed binnen het 60:20:20 systeem, zie hiervoor factsheet 5.

### Kosten en baten

Vaak levert oud grasland meer op dan wordt gedacht en weegt de winst van nieuwe grasrassen niet op tegen het verlies aan NLV en opbrengst. Verlengen van de leeftijd van grasland hoeft weinig te kosten terwijl aan graslandvernieuwing hoge kosten zijn verbonden. Kijk of graslandvernieuwing financieel uit zou kunnen op <http://webapplicaties.wur.nl/software/herinzaaiwijzerfe/>

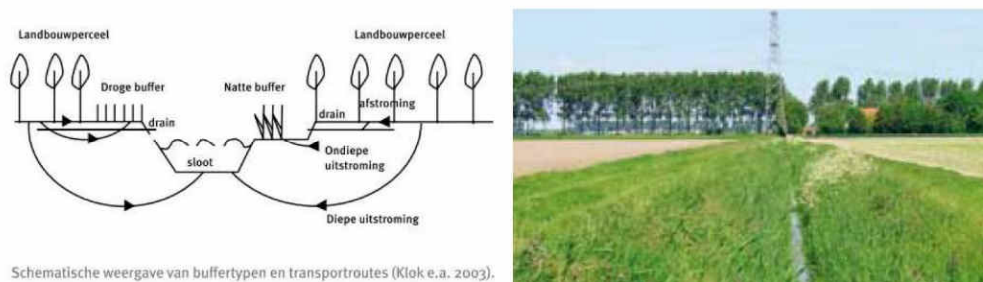
### Meer informatie

- Eekeren, N. van, J.G.C. Deru, N.J. Hoekstra, J. de Wit, 2018. Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven 2018-002 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 36 p.
- Eekeren, N. van, G. Iepema, B. Domhof, 2016. Goud van Oud Grasland: Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei. 2016-011 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 24 p.
- Eekeren, N. van, L. Bommelé, J. Bloem, M. Rutgers, R. de Goede, D. Reheul, L. Brussaard, 2008. Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil Ecology*, p. 432-446.
- Wit, J. de, S. van de Goor, J. Pijlman, N.J.M. van Eekeren, 2018. Opbouw organische stof met blijvend grasland. *V-focus*, p. 32-34.



## Droge bufferstroken

**Droge bufferstroken zijn ongebruikte stroken land waarmee de agrariër kan zorgen dat verliezen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten kunnen worden beperkt en er ruimte is voor natuurlijke ontwikkeling/biodiversiteit. Voor deze maatregel zijn meestal vergoedingen die per waterschap/provincie kunnen verschillen.**



Schematische weergave van buffertypen en transportroutes (Klok e.a. 2003).

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	-	De productie wordt lager door uit gebruik nemen van een stuk land.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Vermindering uit- en afspoeling gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, ruimte voor natuurlijke ontwikkeling.
Kosten <sup>2)</sup>	++	Aanleg, onderhoud en inkomstenderving door uit gebruik nemen van een stuk land (orde grootte 0-150 € per ha per jaar).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Een bufferstrook is een strook grond tussen perceel en oppervlaktewater waar geen bemesting of gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast. Verder wordt hier een ander gewas geteeld of de strook ligt braak. Zo vormt deze strook een buffer tegen uit- of afspoeling naar het oppervlaktewater. De mest die niet op de strook wordt toegediend kan elders op het perceel of op andere percelen van het bedrijf worden gegeven. In tegenstelling tot natte bufferstroken is bij droge bufferstroken het land niet verlaagd. Bufferstroken zijn deels wettelijk voorgeschreven (zie Omgevingswet, afdeling 3.5). In deze factsheet gaan we in op droge bufferstroken die buiten deze wettelijke voorgeschreven normen vallen.

### Doel

Doel is de verliezen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater te beperken door het verminderen van het effect van directe emissies (drift, meebemesten) en indirecte emissies (af- en uitspoeling). Daarnaast bieden bufferstroken ruimte voor natuurlijke ontwikkeling die leidt tot meer biodiversiteit.

### Effect op waterkwaliteit

Bufferstroken kunnen de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater verminderen. Voor gewasbeschermingsmiddelen heeft de breedte van de strook invloed, omdat verwaaiing een belangrijke vorm van verspreiding kan zijn. Het effect van een droge bufferstrook op de verspreiding van nutriënten is sterk afhankelijk van grondsoort en hydrologische situatie. Op gedraineerde percelen heeft een droge bufferstrook weinig effect, omdat de nutriënten via

de drainage onder de bufferstrook doorspoelen. Het effect op de vermindering van de uitspoeling van fosfor is het grootst bij ondiepe afvoer en fosfaatverzadigde grond. Concrete getallen voor de vermindering van uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten hangen sterk af van de omstandigheden. In het geval van nitraat zal, wanneer de mest die niet op de bufferstrook wordt aangebracht elders wordt aangebracht, het effect verwaarloosbaar zijn. Als de mest niet elders wordt opgebracht, zal het effect overeenkomen met het percentage grond dat door de bufferstrook uit gebruik genomen wordt.

### Inpasbaarheid op het bedrijf

De aanleg van droge bufferstroken is relatief eenvoudig inpasbaar. Hier is al veel ervaring mee. Belangrijkste consequentie is dat land nodig is en dit land niet meer beschikbaar is voor landbouwgewassen. Het type gewas dat wordt ingezaaid kan verschillen. Over de lange termijn is regelmatig onderhoud/beheer nodig.

### Kosten en baten

De kosten voor de aanleg van bufferstroken wordt bepaald door het inzaaien van het gewas en het beheer en onderhoud, door het onkruidvrij houden aan de ene kant, en de inkomstenderving ten gevolge van het uit productie nemen van landbouwgrond aan de andere kant. De uiteindelijke totale kosten kunnen sterk verschillen. Afhankelijk van de locatie en liggen bedragen deze in de orde-grootte 0-135 € per ha per jaar. Meestal zijn vergoedingen mogelijk, die per waterschap of provincie kunnen verschillen.

### Beheer en onderhoud

Een droge bufferstrook moet regelmatig gemaaid worden om onkruidontwikkeling te voorkomen.

### Reactietijd

Wanneer de bufferstrook bestaat uit land dat uit gebruik wordt genomen maar verder niet opnieuw wordt ingericht, kan de maximale effectiviteit al snel bereikt worden. Er zijn diverse redenen waarom het langer kan duren voor de maximale effectiviteit bereikt wordt. De nieuwe vegetatie kan tijd nodig hebben om zich te ontwikkelen (inclusief bodemomstandigheden) (1 jaar of langer). Ook wanneer effecten van de bufferstrook te maken hebben met uitmijnen van de grond, kan het maximale effecten pas na tientallen jaren worden bereikt.

### Voordelen

- Eenvoudig praktisch uit te voeren.
- Mogelijke vermindering uitspoeling nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater. Let op: effect verschilt sterk en is afhankelijk van de lokale omstandigheden.
- Natuurwaarde. Randen langs percelen vormen overgangszones tussen voedselrijke, bewerkte grond en voedselarmere onbewerkte grond en/of tussen water en land. Dit leidt tot een grotere soortenrijkdom. Daarnaast kunnen randen, bij toepassing op grotere schaal, een ecologisch netwerk in een gebied vormen; wat de verspreidingsmogelijkheden van planten en dieren vergroot.
- Plaagbestrijding. Bufferstroken kunnen ook worden gezien als "FAB-randen": randen speciaal ingericht voor functionele agrobiodiversiteit. Ligging, inzaai en beheer kunnen worden afgestemd op het bevorderen van natuurlijke vijanden die (ziekten en) plagen in de gewassen helpen bestrijden, zodat minder bestrijdingsmiddelen nodig zijn.
- Minder erosie slootkanten. Een bufferstrook met minimale grondbewerking voorkomt dat het sloottalud instabiel wordt en dat losse grond door berijding langs de kant de sloot inrolt.
- Hogere belevingswaarde. Bloemrijke bufferstroken en de toename van (bijzondere) diersoorten vergroten voor veel mensen de belevingswaarde van het landschap.

### Nadelen

- Opbrengstderving. Een bufferstrook neemt ruimte in die niet kan worden gebruikt voor de teelt van gewassen.
- Kans op onkruiddruk. Bij boeren bestaat de angst dat vanuit de bufferstrook onkruiden het perceel intrekken. Het risico hierop is groter bij extensief maaibeheer.
- Onderhoudskosten.

### Tips en aandachtspunten

- Er is al veel ervaring met bufferstroken: bekijk eerdere projecten voor ideeën en praktische informatie (zie meer informatie).

- Er zijn verschillende vormen van vergoeding mogelijk. Neem contact op met waterschap en/of provincie naar wat de mogelijkheden zijn.
- Combinaties van waterkwaliteitseffecten en ecologische effecten kunnen meerwaarde bieden.

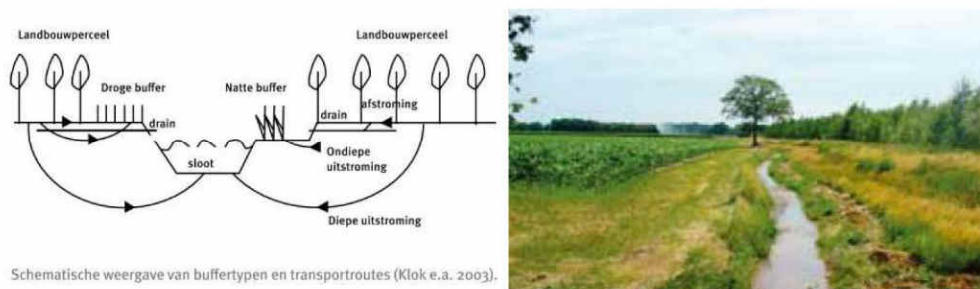
### **Meer informatie**

- STOWA, 2010. Bufferstroken in Nederland. Rapport 2010-39 (56p), STOWA, Amersfoort. <http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/2010-39.pdf>
- Toepassing binnen Koeien & Kansen: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Minder-afspoeling-van-nutrienten-door-grond-anders-te-bewerken.htm>
- Wageningen University and Research, 2017, Milieueffectrapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Factsheet 7: Onbemeste stroken langs waterlopen.



## Natte bufferstroken

**Natte bufferstroken zijn ongebruikte, verlaagde of flauw aflopende stroken land waarmee de agrariër kan zorgen dat verliezen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten kunnen worden beperkt en er ruimte is voor natuurlijke ontwikkeling/biodiversiteit. Voor deze maatregel zijn meestal vergoedingen die per waterschap/provincie kunnen verschillen.**



Schematische weergave van buffertypen en transportroutes (Klok e.a. 2003).

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	-	De productie wordt lager door uit gebruik nemen van een stuk land.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Vermindering uit- en afspoeling gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, ruimte voor natuurlijke ontwikkeling.
Kosten <sup>2)</sup>	+++	Aanleg, onderhoud en inkomstenderving door uit gebruik nemen van een stuk land (orde grootte 200-300 € per ha).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Bufferstroken zijn stroken land tussen perceel en oppervlaktewater waar geen bemesting of gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast. In tegenstelling tot droge bufferstroken liggen natte bufferstroken lager dan het maaiveld tot aan of net onder de waterlijn. Als er speciale aandacht is voor natuur, landschap en ecologie wordt ook wel van een natuurvriendelijke oever gesproken. De natte bufferstrook kan ook worden uitgevoerd met een randdrempel op de insteek met de sloot (waardoor extra waterberging mogelijk is), of met een bezinkgreppel. Als de oever vanaf de insteek flauw afloopt tot in het water ontstaat ook een natte bufferstrook. Het is belangrijk om de vruchtbare grond die vrij komt van de strook te verwijderen (verspreiden over het perceel), anders zal vooral veel fosfaat uitspoelen uit het drassige deel van de bufferstrook.

### Doel

Doel van natte bufferstroken is de verliezen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater te beperken door het terugdringen van directe emissies (drift, meebemesten) en indirecte emissies (af- en uitspoeling). Daarnaast bieden ze (vooral bij natuurvriendelijke oevers) ruimte voor meer biodiversiteit en voor waterberging.

### Effect op waterkwaliteit

Bufferstroken kunnen de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater verminderen. Er vindt immers geen bemesting of bespuiting meer plaats vlak naast de sloot. Bij de vermindering van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen is, net als bij droge

bufferstroken, vooral de breedte van de strook van belang, omdat een deel via verwaaiing (drift) verspreid wordt. Voor gedraineerde percelen zijn natte bufferstroken efficiënter dan droge, mits men de drains in de natte bufferstrook uit laat lopen. Een natte bufferstrook zorgt dan voor sterkere verlaging van de nitraatmissie (denitrificatie). De mate waarin de milieueffecten optreden wordt bepaald door omstandigheden zoals bodemsoort, toestand van de bodem, helling, aan- of afwezigheid van drainagebuizen, bufferstrookbreedte, type bufferstrook, de aanwezige vegetatie en het beheer. Bufferstroken kunnen een bijdrage leveren aan het beheersen van ziekten of plagen in gewassen door het stimuleren van natuurlijke vijanden van parasieten. Hierdoor kan het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen worden verminderd.

### **Inpasbaarheid op het bedrijf**

De aanleg van natte bufferstroken is relatief eenvoudig inpasbaar in de landbouwpraktijk. Hier is al veel ervaring mee. Belangrijkste consequentie is dat land nodig is en dit land niet meer beschikbaar is voor landbouwgewassen. Praktisch gezien brengt de keuze voor een natte bufferstrook eerst de aanleg met zich mee, met bijbehorende werkzaamheden zoals inzaaien. Over de lange termijn is regelmatig onderhoud/beheer nodig, zoals schonen, slib verwijderen en maaien.

### **Kosten en baten**

De aanlegkosten hangen af van de grondprijs, de kosten van grondverzet die weer gerelateerd zijn aan het volume en de kwaliteit van de grond (in verband met eventuele stortkosten). Meestal zijn vergoedingen mogelijk, die per waterschap of provincie kunnen verschillen.

### **Beheer en onderhoud**

Het beheer hangt af van het gestelde doel. Aanbevolen wordt om regelmatig (elke 3 tot 5 jaar) te schonen en slib te verwijderen om de strook te verarmen. Op tijd maaien voorkomt bovendien houtopslag en een soortenarme vegetatie. Bij een extensief maaibeheer moet op een aantal punten gelet worden. Begrazing door vee moet worden voorkomen om aantasting van de vegetatie, vertrapping van de oever en directe belasting met mest en urine te beperken. Afrasteren van de oever kan dan een oplossing zijn, maar kost uiteraard wel geld. Spontane vestiging van oeverplanten (bijvoorbeeld riet, lisdodde, drijfplanten, gele plomp) kan jaren duren. Wanneer een snel resultaat gewenst is, is aanplanten van oeverplanten een optie.

### **Reactietijd**

Een natte bufferstrook heeft enige tijd nodig voor het ontwikkelen van de vereiste vegetatie om effectief te zijn. Zeker wanneer de strook kaal ontgraven wordt, kan het lang duren.

### **Voordelen**

- Er is al veel ervaring opgedaan met de praktische uitvoering.
- Mogelijke vermindering uitspoeling nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater. Let op: het effect verschilt sterk en is afhankelijk van de lokale omstandigheden, ontwerp, beheer en onderhoud.
- Natuurwaarde. Randen langs percelen vormen overgangszones (natuurlijke gradiënten) tussen voedselrijke, bewerkte grond en voedselarme onbewerkte grond en/of tussen water en land. Dit kan leiden tot een grotere soortenrijkdom. Daarnaast kunnen randen, bij toepassing op grotere schaal, een ecologisch netwerk in een gebied vormen, wat de verspreidingsmogelijkheden van planten en dieren vergroot.
- Plaagbestrijding. Bufferstroken kunnen speciaal worden ingericht voor functionele agrobiodiversiteit ("FAB-randen"). De ligging, inzaai en beheer kunnen worden afgestemd op het bevorderen van natuurlijke vijanden die (ziekten en) plagen in de gewassen helpen bestrijden, waardoor minder bestrijdingsmiddelen nodig zijn.
- Minder erosie slootkanten. Een bufferstrook voorkomt dat het slootkant instabiel wordt en dat grond in de sloot terecht komt (vertrapping, verzakking, afspoeling). Dit vermindert de onderhoudsbehoefte van de sloot (baggeren).
- Hogere belevingswaarde. Bloemrijke bufferstroken en de toename van (bijzondere) diersoorten vergroten de belevingswaarde van het landschap.
- Verhogen waterberging, verminderen piekafvoer



### Nadelen

- Kans op onkruiddruk. Bij boeren bestaat de angst dat vanuit de bufferstrook onkruiden het perceel intrekken. Het risico hierop is groter bij extensief maaibeheer.
- Meer onderhoudskosten dan bij een gewone sloot.
- Opbrengstderving. Een bufferstrook neemt ruimte in die niet kan worden gebruikt voor de teelt van gewassen.
- Kans op afwenteling milieu-effecten. Bij onvolledige afbraak van nitraat kan lachgas geproduceerd worden, wat bijdraagt aan het broeikaseffect.
- Vergt samenwerking tussen agrariërs onderling.

### Tips en aandachtspunten

- Er is al veel ervaring met bufferstroken: bekijk eerdere projecten voor ideeën en praktische informatie (zie meer informatie).
- Er zijn verschillende vormen van vergoeding mogelijk. Neem contact op met waterschap en/of provincie naar wat de mogelijkheden zijn. Kijk in het bijzonder naar mogelijkheden in het kader van POP3, onderdeel natte natuurontwikkeling POP loketten Provincies.
- Combinaties van waterkwaliteitseffecten en ecologische effecten kunnen meerwaarde bieden. Vooral natuurvriendelijke oevers zijn aantrekkelijk.

### Meer informatie

- STOWA, 2010. Bufferstroken in Nederland. Rapport 2010-39 (56p), STOWA, Amersfoort.  
<http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/2010-39.pdf>
- STOWA, 2008. Moerasbufferstroken langs watergangen: haalbaarheid en functionaliteit in Nederland. Rapport 2008-07.  
[http://stowa.nl/Upload/publicaties2/mID\\_4924\\_cID\\_3914\\_49404215\\_rapport%202008%2007.pdf](http://stowa.nl/Upload/publicaties2/mID_4924_cID_3914_49404215_rapport%202008%2007.pdf)



## Verwijdering van nitraat uit drainagewater

**Nitraat kan effectief uit drainwater verwijderd worden met filters van houtsnippers om drains of bij de slootkant. Deze maatregel heeft potentieel een hoog verwijderingsrendement en neemt weinig ruimte in. Het biedt agrariërs de mogelijkheid om de uitstoot van N naar het oppervlaktewater sterk te verminderen zonder dat er wordt ingegrepen in hun productieproces.**

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	0	Geen effect op productie.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Vermindering van N uitspoeling uit drains (50-80%).
Kosten <sup>2)</sup>	+++	Kosten voor aanleg (1.000-3.000 €/ha).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Drainagewater kan een belangrijke bron zijn van nitraat naar het oppervlaktewater. Er zijn verschillende technieken ontwikkeld om deze nutriënten uit het drainagewater te verwijderen voordat ze in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is de laatste 10 jaar veel onderzoek gedaan naar deze technieken, vooral in de VS, Denemarken en Nederland. In deze factsheet geven we aan de hand van dit onderzoek aan wat de kenmerken en toepasbaarheid is. De effectiviteit van de methode is bewezen, maar praktijktoepasbaarheid, bij-effecten en robuustheid zijn nog aandachtspunten. De methode is op elke grond waar gedraineerd wordt mogelijk.

Nitraat kan worden verwijderd door de natuurlijke denitrificatie te stimuleren met houtsnippers. Dit kan door middel van een zogenaamde Woodchip bioreactor: een ondergrondse bioreactor met houtsnippers (figuur 1).



Figuur 1: Woodchip bioreactor.

De met houtsnippers omhulde drains hebben een vergelijkbare werking als de met ijzerzand omhulde drains. Belangrijk verschil is dat de houtsnippers het nitraat niet vastleggen, maar omzetten in stikstofgas. Een nadeel van omhulde drains is dat de omstandigheden in het houtsnipperfilter minder goed gecontroleerd kunnen worden, waardoor effectiviteit minder goed geoptimaliseerd kan worden. Dit kan beter bij een uitvoering als bioreactor. Daarbij kan de verblijftijd van het water in het filter met controle units bij in- en uitstroombenodigingen worden gereguleerd.

De levensduur van het houtsnipperfilter is afhankelijk van het beheer en kan meer dan 10 jaar bedragen.

In de VS zijn en worden veel praktijkproeven gedaan met woodchip bioreactors. In Nederland zijn proeven gedaan met houtsnippers omhulde drains.

### **Doel**

Doel is om nitraat uit het drainagewater te verwijderen zonder de bedrijfsvoering te beïnvloeden.

### **Effect op waterkwaliteit**

Het verwijderingsrendement is hoog: 50 - 80%.

### **Inpasbaarheid op het bedrijf**

Doordat er verschillende varianten mogelijk zijn, verschilt de inpasbaarheid per bedrijf. Omhulde drainage is toepasbaar bij bedrijven waar de drainage vervangen moet worden. Na aanleg is vervolgens geen onderhoud nodig. Filtersystemen vereisen een plek onder de grond of langs de slootkant. Hiervoor moet ruimte zijn, maar minder ruimte dan voor bijvoorbeeld bufferstroken of zuiveringsmoerassen.

### **Kosten en baten**

Voor aanleg en onderhoud van de zuiverende voorzieningen moeten kosten gemaakt worden. De exacte kosten hangen af van de precieze uitvoering en liggen in de orde-grootte 1.000-3.000 € per ha. In verschillend onderstaande publicaties zijn gebiedsspecifieke voorbeeldberekeningen gemaakt. De maatregelen leveren geen directe baten op. Het belangrijkste effect is verbetering van de waterkwaliteit.

### **Beheer en onderhoud**

Groot voordeel van deze methoden is dat er minimaal tot geen onderhoud en beheer nodig is.

### **Reactietijd**

Het effect op de waterkwaliteit is direct meetbaar.

### **Voordelen**

- Vermindering uitspoeling nutriënten.
- Weinig tot geen ruimtebeslag.
- Geen onderhoud.
- Geen effect op bedrijfsvoering.

### **Nadelen**

- Bij de verwijdering van nitraat met houtsnippers kan onder sommige omstandigheden lachgas vrijkomen, wat een broeikasgas is. Door optimale toepassing (juiste doorstroming) kan de kans hierop geminimaliseerd worden.

### **Tips en aandachtspunten**

- Stem aanleg af op andere activiteiten, bijvoorbeeld: wanneer moet er drainage aangelegd/vervangen worden?

### **Meer informatie**

Jansen, S., Stuurman, R. & Gerritse, J., 2011, Nitraatverwijdering uit drainagewater; veldproeven in project Puridrain. H2O 20 (2011), 39-42.



## Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot half maart

**Laat toedienen van mest (eind maart) vermindert het risico van N- en P-afspoeling vooral in natte gebieden. Afhankelijk van de bedrijfssituatie kan dit grasopbrengst kosten.**

Met laat toedienen van mest voor de 1<sup>e</sup> snede wordt de kans op oppervlakkige afspoeling en op structuurschade verlaagd. Stoppen met mest toedienen per 1 augustus in plaats van per 1 september verlaagt de nitraatuitspoeling. Kwantitatieve gegevens die deze maatregelen onderbouwen zijn er weinig. Laat toedienen van mest in het voorjaar kan meer mestopslagcapaciteit vergen en kost grasopbrengst. Ook is een risico van meer besmeuring van gras met mest en dat geen mest uitgereden kan worden voor de 1<sup>e</sup> snede vanwege ongunstige weersomstandigheden na medio maart. Stoppen per 1 augustus vergt extra mestopslagcapaciteit. Veel van de maatregelen kosten meer dan ze opbrengen vanwege lagere opbrengsten of extra investeringen.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	--	De graslandproductie is lager vanwege later bemesten in het voorjaar.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++ tot 0	Minder risico van afspoeling en minder minerale N in de bodem in het najaar.
Kosten <sup>2)</sup>	+	Het kost grasopbrengst. Bij een ruime grasvoorziening maakt dat niet uit. Er is meer mestopslagcapaciteit nodig dan 7 maanden.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

De timing van mesttoediening voor de eerste snede is belangrijk voor het verminderen van de afspoelingsverliezen. Op grasland wordt voor de eerste snede veel mest uitgereden; 25-35 m<sup>3</sup>/ha. Een randvoorwaarde is dat de bodem dan voldoende draagkracht heeft om structuurschade te vermijden. Ook de weersomstandigheden (geen bevroren grond of veel regen na uitrijden) moeten het toelaten. Vroeg uitrijden geeft de hoogste grasopbrengst maar geeft een groter risico op afspoelingsverliezen van N en P naar het oppervlaktewater. Bij laat uitrijden is dat risico kleiner maar kost het opbrengst. Mest bevat organisch gebonden stikstof en ammoniumstikstof dat in het voorjaar slechts langzaam wordt omgezet naar nitraat (nitrificatie). Ammonium is niet uitspoelingsgevoelig, nitraat juist wel (zie factsheet 12). Het risico van uitspoeling of denitrificatie uit mest is gering. Sinds kort zijn er nitrificatieremmers beschikbaar die aan de mest kunnen worden toegevoegd om de nitrificatie nog meer te vertragen. Het risico op afspoeling is het grootst op klei- en een veengronden omdat die in het voorjaar vaak nat zijn en daardoor een lage infiltratie hebben bij regenval na mesttoediening. Op zandgronden is dit risico veel kleiner. Later uitrijden, na half maart, kan de afspoeling sterk beperken vooral op klei en veen.

Eerder stoppen dan 1 september met mest toedienen vermindert eveneens het risico van uitspoeling omdat na het einde van het groeiseizoen er minder nalevering van stikstof uit mest is.

Later uitrijden in het voorjaar en eerder stoppen in de nazomer vergen meer opslagcapaciteit. Vroeger uitrijden in het voorjaar is gunstig voor een vroege eerste snede gras.

### Doel

Doel is om de eerste snede bemesting met dierlijke mest later uit te voeren (na half maart) om zo minder risico te lopen van oppervlakkige afspoeling en om eerder te stoppen met bemesten in de nazomer voor vermindering van de mineralisatie buiten het groeiseizoen.

### Effect op de waterkwaliteit

Met later toedienen van mest wordt de risicoperiode van afspoeling op grasland verkort. Kwantitatieve gegevens over de afspoeling zijn schaars. Wel zijn er gegevens bij waterschappen dat juist in het voorjaar de N- en P-gehalten van oppervlaktewater toenemen. Dit wordt toegeschreven aan het uitrijden van mest, maar de bewijzen zijn niet eenduidig. In sommige gebieden is er een duidelijk verband, in andere niet. Toedienen voor de 1<sup>e</sup> snede leidt op basis van de beperkte data niet tot een hogere N-uitspoeling. Er zijn geen meetgegevens over het effect op de uit- en afspoeling van een 1 maand eerder stoppen met mest toedienen in de nazomer.

### Effect op de bodemkwaliteit

Een absolute voorwaarde voor mesttoediening in het voorjaar is dat de bodem voldoende draagkracht heeft. Dat geldt bij vroeg en laat toedienen van mest. In het algemeen is bij laat toedienen het risico van structuurschade minder dan bij vroeg toedienen.

### Reactietijd

Het effect van de handeling is binnen 1 jaar merkbaar.

### De (kosten)effectiviteit

Laat toedienen van mest geeft een 600-1000 kg lagere drogestofopbrengst per ha. Dit komt overeen met een waarde van 60 € per ha. Indien bedrijven een ruime voerpositie hebben dan is de waarde van dit gras 0 €. Bedrijven moeten 7 maanden mestopslagcapaciteit hebben. Eerder stoppen met bemesten (per 1 augustus) betekent dat voor 8 maanden mestopslagcapaciteit nodig is. Bij een goedkope vorm van opslag vergt 1 maand extra opslag ongeveer 40 € aan extra investeringen per koe. Omgerekend komt dit overeen met jaarkosten van 7 € per ha per jaar. Een dure variant van opslag kost gauw het drievoudige. Afhankelijk van de individuele ondernemer bedragen de meerkosten dus 7-80 € per ha. Er zijn geen directe baten. Het toepassen van nitrificatieremmers kost 30 € per ha. De meeropbrengst aan gras(eiwit) compenseert de investering op basis van meerjarig onderzoek door DLV.

### Tips en aandachtspunten

- Bemesting dient altijd samen te gaan met de verwachte weerssituatie voor de komende week. Wordt er veel neerslag verwacht dan dient mesttoediening uitgesteld te worden.
- Overweeg het gebruik van de sleepslangenmachine, vooral in het voorjaar. Dat geeft minder risico op structuurschade.
- Wachten tot eind maart houdt het risico in dat het daarna te nat is om mest toe te dienen waardoor de eerste snede geen mest krijgt. Soms staat er eind maart al een halve weidesnede. Dan mest toedienen kan leiden tot extra besmeuring.
- Gewenst is dat de samenstelling van de mest bekend is.
- Beperk bij voorkeur de gift voor de 1<sup>e</sup> snede tot 25-30 m<sup>3</sup>/ha. Dat voorkomt dat mest boven de sleuf uitkomt waardoor er meer risico is van afspoeling en ammoniakemissie.
- U dient vaste mest bij voorkeur duidelijk later dan 1 februari toe te dienen. Bij vaste mest is het afspoelingsrisico mogelijk nog groter.
- Zorg voor minimaal een week verschil tussen mest toedienen en kunstmestbemesting.
- Bepalend voor mest toedienen is of er voldoende draagkracht is. Eerst kunstmest (zie factsheet 12) toedienen en daarna mest kan een optie zijn.

### Meer informatie

- Wim Bussink (2014). Tekort aan (kunst)mest? Hoe verdeel ik de kunstmest dynamisch? <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies/Themadagen/Themadag-2014.htm>
- Den Boer, D.J., Holshof, G., Bussink, D.W. en van Middelkoop, J.C., 2011. Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit. NMI rapport 1364.N.09, Wageningen, Pp. 95.
- Bussink, D.W., Boer, H.C., Boons-Prins, E.R. & Schils, R.L.M., 2003. Toetsing van voorjaarsmeststoffen op grasland; 2002. NMI rapport 807.01. Wageningen. Pp.68.



## Realiseer optimale stikstofwerking van uw mest

**Pas op grasland bij voorkeur zodenbemesting toe voor een hoge N-werking. Verdunde mest geeft bij droog weer een hogere N-werking. Beperk de mestgift op maïs tot 30 m<sup>3</sup> per ha.**

Dierlijke mest is de basisbemesting. Laat de mest daarom analyseren op bemestende waarde. Met zodenbemesting kunt u op jaarbasis een hogere stikstofwerking (ruim 50%) realiseren dan met sleepvoeten (ruim 45%). Geef voor de eerste snede niet meer dan 30 m<sup>3</sup> per ha. Bij hogere giften komt de mest boven de sleuf wat leidt tot meer ammoniakemissie. Door de mest 50% te verdunnen met water wordt op jaarbasis per ha een 10 kg hoger N-opname door gras gerealiseerd. Met nitrificatieremmers toegevoegd aan mest bestemd voor de eerste snede kan gemiddeld een hogere opbrengst en stikstofbenutting worden gerealiseerd met minder uitspoeling en denitrificatie. Beperk de bemesting op maïsland tot 30 m<sup>3</sup> mest per ha en 30 kg N ha in de rij om de nitraatuitspoeling tot onder 50 mg NO<sub>3</sub>/l te krijgen. Mesttoediening in de rij heeft op zand de voorkeur voor een hogere stikstofbenutting.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	0/+	De graslandproductie stijgt nauwelijks. Wel kan het eiwitgehalte van gras iets stijgen. Mestplaatsing in maïs kan positief werken bij krappe bemestingen.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Er is minder risico van afspoeling. Er is minder minerale N in de bodem in het najaar.
Kosten <sup>2)</sup>	0/+++	Bij mest verdund toedienen stijgen de kosten sterk omdat meer kuubs moeten worden uitgereden.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Hoe beter u als melkveehouder in staat bent om de stikstof in mest door het gewas te laten benutten (opnemen) des te kleiner is het risico van uit- en afspoeling van stikstof. Door mest jaarlijks te laten analyseren kent u de samenstelling wat een voorwaarde is om mest optimaal te benutten (factsheet 4). De hoeveelheid ammonium en organische gebonden stikstof in mest kan sterk verschillen (factsheet 12).

**Grasland:** De ammonium in mest bepaalt de werking van mest voor de korte termijn. Bij zodenbemesting kan ruim 80% tot werking komen waarvan 60% in de eerstvolgende snede na toedienen. De tijd tussen mest toedienen en oogsten van de eerste snede varieert tussen 30 en 70 dagen. Bij 30 dagen is de stikstofwerking voor de 1<sup>e</sup> snede naar schatting 5% lager dan bij 70 dagen. De stikstofwerking van het organisch deel bedraagt ongeveer 20% bij toedienen in maart en 13% bij toedienen eind juni. Met zodenbemesting kan op jaarbasis een hogere stikstofwerking (ruim 50%) gerealiseerd worden dan met sleepvoeten (ruim 45%). Geef niet meer dan 25-30 m<sup>3</sup> per ha voor de 1<sup>e</sup> snede en maximaal 20 m<sup>3</sup> per ha voor latere sneden om te vermijden dat mest boven de sleuf staat wat leidt tot meer ammoniakemissie. Zorg voor een net werkresultaat.

Het toevoegen van een nitrificatieremmer aan mest voor de eerste snede kan een hogere opbrengst en stikstofwerking geven. Onder natte omstandigheden op zandgrond zijn opbrengststijgingen en hogere N-benuttingen tot 15% mogelijk. Onder droge omstandigheden en op zwaardere gronden is nauwelijks voordeel.

Mest verdunnen met water geeft een lagere ammoniakemissie. Onder droge omstandigheden leidt verdunnen tot een hogere opbrengst en stikstofbenutting. Onder natte omstandigheden zijn er geen significant hogere opbrengsten en N-benuttingen. Op basis van de tot dusver uitgevoerde verdunningsproeven is berekend dat elke kg N die minder emitteert, leidt tot 1,2 kg meer N-opname door gras. Indien u jaarrond verdunde mest (25-50% verdunning) toedient, dan mag bij een totale gift

van 60 m<sup>3</sup> per ha op een 10 kg hogere N-opname per ha gerekend worden en bij 100% verdunning op ruim 20 kg N per ha. Vooral in de zomer wordt aangeraden om mest te verdunnen. Naast minder verlies is er ook minder kans op gewasschade nabij de meststleuf.

Goed toewijzen van de beschikbare mest aan de percelen rekening houdend met de NLV en de fosfaattoestand is eveneens van belang voor het realiseren van een optimale stikstofwerking (factsheet 4). In het algemeen is er geen ruimte voor andere organische meststoffen omdat de P-gebruiksruimte veelal is ingevuld met de op uw bedrijf geproduceerde mest. Alleen bij derogatie en lage P-toestanden is er beperkt ruimte voor varkensmest. Toepassing van mineralenconcentraten past in het algemeen niet omdat dan teveel kali wordt aangevoerd.

**Maisland:** Voor een hoge stikstofbenutting van mest dient de stikstofgift op maisland met 40 kg N per ha verminderd te worden ten opzichte van het landbouwkundig advies. Het advies is dan 140 - N<sub>min</sub> - N-nalevering groenbemester ([www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)). Dit kost hooguit 1-3% opbrengst maar heeft een groot effect op de uitspoeling. In de regel volstaat dan 30 m<sup>3</sup> mest per ha aangevuld met 30 kg N in de rij. Op maisland wordt mest direct ingewerkt. Dan is er weinig risico van afspoeling. Door de hoge bodemtemperatuur (>10 °C) wordt ammonium binnen 2 weken omgezet naar nitraat. Toepassing van een nitrificatieremmer kan dit een aantal weken vertragen waardoor het risico van nitraatuitspoeling en denitrificatie afneemt. Bij een krappe bemesting kan er een positief effect zijn op de opbrengst. Plaatsing van mest in de rij geeft een iets hoger stikstofbenutting en heeft vooral toegevoegde waarde op percelen met een relatief lage P-toestand.

### Effect op de waterkwaliteit

**Grasland:** Bij zodenbemesting is de N-benutting hoger dan bij sleepvoeten vanwege een lagere ammoniakemissie. Er is geen verschil in uitspoeling tussen de twee technieken. Bij sleepvoeten is er wel een hogere risico van afspoeling. Randvoorwaarde is een goede timing. De grond moet voldoende draagkracht hebben om mest toe te dienen. Op een natte grond is de draagkracht gering en is het afspoelingsrisico groot. Daarom wordt ook meer en meer gebruikgemaakt van een sleepslangensysteem. Het toevoegen van een nitrificatieremmer aan mest voor de eerste snede leidt tot een hogere N-benutting in vooral de eerste snede. Er gaat gemiddeld 5-10 kg minder N per ha verloren door uit- en afspoeling en denitrificatie. Het toedienen van verdunde mest (vooral in het voorjaar) kan door het grotere volume het afspoelingsrisico verhogen. Aan de andere kant kan de mest goed infiltreren. Per saldo is er naar verwachting geen extra effect op de uit- en afspoeling. Wel neemt de depositie af door de lagere ammoniakemissie. Het optimaliseren van de mestverdeling heeft weinig effect op de uit- en afspoeling. Van belang is een goede timing in het voorjaar (bodemgeschiktheid en een lage neerslagverwachting) en tijdig stoppen in de zomer (factsheet 10).

**Maisland:** Verlagen van het bemestingsadvies met 40 kg N per ha leidt tot een duidelijke daling van het nitraatgehalte onder maispercelen richting 50 mg nitraat per liter. Op bedrijfsniveau (bij derogatie) komt het nitraatgehalte duidelijk onder 50 mg nitraat per liter uit. Het toevoegen van een nitrificatieremmer aan mest leidt bij krappe bemestingen tot een hogere opbrengst. Dit is een aanwijzing voor een lagere nitraatuitspoeling. Proefresultaten met metingen van uit- en afspoeling zijn er niet. De effecten zijn alleen indirect vastgesteld via een hogere gewasopname.

### Effect op de waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit.

### Effect op de bodemkwaliteit

Nitrificatieremmers zoals DMPP en Piadin remmen de biologische omzetting van ammonium naar nitraat. Er zijn geen resultaten bekend dat dit nadelig werkt op de bodemkwaliteit. Mestplaatsing in de rij kan een risico inhouden van lagere opbrengsten. Mogelijk is dit het gevolg van lokale bodemverdichting. Daarom alleen bemesten en zaaien in één werkgang als de draagkracht subliem is. Anders liever in twee aparte werkgangen met GPS en een bemester die de grond zaaiklaar neerlegt.

### Reactietijd

Het effect van de handeling is binnen 1 jaar merkbaar.

### Kosten en baten

Het toevoegen van nitrificatieremmers aan mest voor de eerste snede gras verdient zich vaak terug. De kosten voor het middel bedragen ongeveer 30 € per ha. De meeropbrengst aan gras(eiwit) compenseert

de investering. Op maïsland verdient de investering zich terug indien er weinig mest (<30 m<sup>3</sup> per ha) en kunstmest (<30 kg N per ha) wordt toegediend.

Verdunnen met water werkt kostenverhogend. Indien mest met 50% water wordt verdund dan nemen de kosten voor mesttoediening met 50% toe bij uitrijden met een sleepvoetenmachine of zodenbemester. Bij een jaargift van 40-60 m<sup>3</sup> per ha wordt dan 20-30 m<sup>3</sup> extra uitgereden, wat 100-150 € meerkosten per ha betekent. Bij gebruikmaking van een sleepslangensysteem zijn de meerkosten lager. Meeropbrengst aan gras is er niet, wel is de N-opname wat hoger.

### Effectiviteit

De voorgestelde maatregelen zijn effectief op grasland en maïsland. De maatregelen zijn toepasbaar op alle grondsoorten, waarbij vanuit gegaan wordt dat op veengrond geen maïs geteeld wordt. Op veengrond moet de te gebruiken meststof zwavelarm zijn. Veengrond bevat van nature voldoende zwavel voor een goede gewasgroei. Op kalkrijke klei dient geen ammoniumsulfaat te worden gebruikt vanwege een verhoogd risico op ammoniakemissie.

### Tips en aandachtspunten

- De technische uitvoering bij mesttoediening in de rij luistert nauw.
- Verdunnen met water is als systeem lastig te controleren voor de wetgever.
- Bemesting dient altijd samen te gaan met de verwachte weersituatie voor de komende week. Wordt veel neerslag verwacht dan dient bemesten te worden uitgesteld.
- De bemesting dient afgestemd te zijn op de gewasbehoefte en de bodemvoorraad en nalevering vanuit de bodem.
- Geen mest naar gescheurd maïsland (zie factsheet 23).
- Voor meer informatie over mest verdunnen zie factsheet 24.
- Voor meer informatie over het benutten van (kunst)meststoffen zie factsheet 12.
- Voor meer informatie over mest toewijzen aan percelen zie factsheet 4.

### Meer informatie

- Bussink, D.W., 1999. Niet gepubliceerde resultaten.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. & van Schooten, H.A., 2015. Ammoniakemissie bij het toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. PRI-rapport 633. Pp. 33.
- Schröder, J., 2018. [https://www.bemestingsadvies.nl/upload\\_mm/4/6/f/ea68ea17-04b5-4e58-9599-66286ad4ecee\\_I\\_JSchr\\_CBGV\\_MaisEnGras\\_15februari2018.pdf](https://www.bemestingsadvies.nl/upload_mm/4/6/f/ea68ea17-04b5-4e58-9599-66286ad4ecee_I_JSchr_CBGV_MaisEnGras_15februari2018.pdf).
- <http://www.triferto.eu/nl/nieuws/271/piadin---het-rendement-per-hectare>
- Schils, R.L.M., 1992. Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. Proefstation Rundveehouderij, Paardenhouderij en Schapenhouderij, rapport 136. Lelystad pp 139.
- Van der Schans, D., Meuffels, G., Van der Schoot, J.R., van Dijk, W. & Vermeulen, B., 2010. Precisie plaatsing van drijfmest in Maïs. Veldproeven met precieze plaatsing van mest ten opzichte van de maïsrij bij bemesten en zaaien in aparte werkgangen en het effect op bodemdichtheid en mineralenbenutting. PPO nr. 3250172710. Lelystad, pp 28.





## Pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe

**Gebruik in het voorjaar minerale meststoffen met een hoog ammoniumgehalte (>75%). Dat verlaagt het uitspoelingsrisico van N en geeft hogere grasopbrengsten.**

Door in het vroege voorjaar minerale meststoffen met een hoog ammoniumgehalte (>75%) te gebruiken kan het risico op stikstofuitspoeling sterk verminderd worden. Bij de eerste snede bemesting van grasland leidt dit tot een hogere opbrengst en een hoger eiwitgehalte. De stikstofbenutting kan met 10% stijgen. Ook bij de eerste bemesting van granen worden meststoffen met een hoog ammoniumgehalte aangeraden. Ammonium wordt goed geadsorbeerd door de bodem en spoelt niet of nauwelijks uit. In het voorjaar zijn de bodemtemperaturen laag en wordt ammonium slechts langzaam omgezet naar het uitspoelingsgevoelige nitraat. Bij hogere temperaturen later in het seizoen verloopt deze omzetting veel sneller en is er geen voordeel van ammoniumhoudende meststoffen. Er is een breed pallet aan meststoffen beschikbaar. Op veengrond dient u meststoffen te gebruiken met weinig zwavel omdat veengrond een hoge zwavelbeschikbaarheid heeft. Ammoniumhoudende meststoffen leiden tot meer verzuring waardoor op termijn wat meer bekalkt zal moeten worden.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+/++	De grasproductie neemt toe en het eiwitgehalte stijgt.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Het risico op stikstofverliezen (uitspoeling) tijdens de groeiperiode van de eerste snede neemt sterk af.
Kosten <sup>2)</sup>	0	De meststoffen kunnen iets duurder zijn maar dat wordt terugverdiend door een hogere opbrengst.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

In het vroege voorjaar (februari-maart) is de groeisnelheid van gewassen laag en daarmee ook de opnamecapaciteit voor stikstof. Daardoor neemt het risico op verliezen sterk toe vooral bij nitraathoudende meststoffen. Het inzetten van stikstofmeststoffen met een hoog aandeel ammonium (>75%) kan de uitspoeling en denitrificatie verminderen. Ammonium spoelt niet uit en wordt dan slechts langzaam omgezet naar nitraat. Dat gaat nog langzamer in aanwezigheid van nitrificatieremmers.

Op grasland is het inzetten van meststoffen met veel ammonium vooral zinvol voor de 1<sup>e</sup> snede bemesting. Later in het seizoen wordt ammonium snel omgezet in nitraat vanwege hogere bodemtemperaturen. Bij de 1<sup>e</sup> snede bemesting is niet alleen de meststofkeuze van belang maar ook het tijdstip van toedienen. Sturen op timing en meststofkeuze leidt tot meer stikstof (eiwit) in het gras en tot minder uitspoeling. Het zijn maatregelen die zich direct terugverdienen.

In de akkerbouw mogen bij de 1<sup>e</sup> gift van granen ook positieve effecten verwacht worden al zijn er weinig gegevens die dit onderbouwen. Voor specifieke teelten, zoals vollegrondsgroenten, kunnen ook slow-release meststoffen worden ingezet. Deze zijn vrij duur en worden daarom maar beperkt ingezet. Er is een breed palet aan meststoffen beschikbaar. Factoren als de behoefte aan zwavel, de meststofprijs en giftgrootte bepalen mede de keuze.

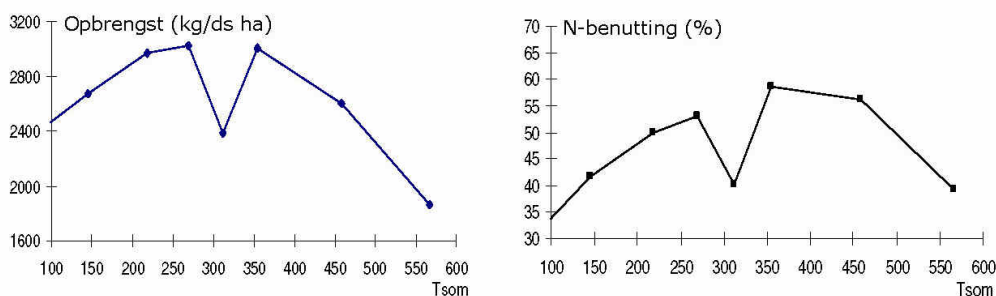
### Doel

Doel is om in het vroege voorjaar bij de eerste bemesting meststoffen in te zetten met een hoog aandeel ammonium. Deze zijn minder uitspoelingsgevoelig dan de standaard meststof KAS (50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / 50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

### Effect op de waterkwaliteit

In het vroege voorjaar is de opnamecapaciteit van gras voor stikstof vrij laag. Met de juiste timing en de juiste meststof wordt voorkomen dat gedurende langere tijd een grote voorraad nitraat aanwezig is in het bodemprofiel die vatbaar is voor uitspoeling, temeer daar in die periode veelal een neerslag overschot is. Bij meststoffen die overwegend ammonium bevatten is de ammonium geabsorbeerd aan de vaste fase. De stikstof blijft wel beschikbaar voor de plant maar kan niet uitspoelen.

In de praktijk wordt voor de 1<sup>e</sup> snede 50-100 kg N per ha toegediend in de vorm van minerale meststoffen. De stikstofbenutting kan gemakkelijk 10% verbeteren ofwel er gaat 5-10 kg N per ha minder verloren door uitspoeling en denitrificatie. Proefresultaten met uitspoelingsmetingen zijn er niet. De effecten zijn alleen indirect vastgesteld via een hogere gewasopname.



Figuur. Het effect van zware neerslag op de grasopbrengst (60 mm binnen een week kort na strooien bij Tsom 300).

### Effect op de waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit.

### Effect op de bodemkwaliteit

De inzet van ammoniumhoudende meststoffen leidt tot extra verzuring. Dat betekent dat het gebruikelijke 4 jaarlijkse grondonderzoek uit zal wijzen dat de kalkbehoefte wat hoger is in vergelijking tot de inzet van alleen KAS.

Sommige ammoniumhoudende meststoffen bevatten nitrificatieremmers zoals DMPP en Piadin. Deze remmen de biologische omzetting van ammonium naar nitraat. Er zijn geen resultaten bekend dat dit nadelig werkt op de bodemkwaliteit. Ook ureummeststoffen kunnen remmers bevatten om de ureumhydrolyse sterk te vertragen. Een van de bekendste remmers is NBPT [N-(n-butyl) thiophosphoric triamide]. Deze stof is de afgelopen 20 jaar uitgebreid getoetst. Er zijn geen aanwijzingen dat de stof effect heeft op de bodembiomassa en de enzymactiviteit.

### Reactietijd

Het effect van de handeling is binnen 1 jaar merkbaar.

### Effectiviteit

De maatregel is op grasland zeer effectief. Zowel de opbrengst als het RE-gehalte van 1<sup>e</sup> snede gras zijn hoger dan bij het gebruik van KAS. Bij akkerbouwgewassen is het effect minder duidelijk. De maatregel is toepasbaar op alle grondsoorten. Op veengrond moet de te gebruiken meststof zwavelarm zijn. Veengrond bevat van nature voldoende zwavel voor een goede gewasgroei. Op kalkrijke klei dient geen ammoniumsulfaat te worden gebruikt vanwege een verhoogd risico op ammoniakemissie.

### Tips en aandachtspunten

- Op veengrond moet de te gebruiken meststof zwavelarm zijn. Veengrond bevat van nature voldoende zwavel voor een goede gewasgroei.
- Op kalkrijke klei dient geen ammoniumsulfaat te worden gebruikt vanwege een verhoogd risico op ammoniakemissie.

- Bemesting dient altijd samen te gaan met de verwachte weerssituatie voor de komende week. Wordt er veel neerslag verwacht dan dient het strooien te worden uitgesteld.
- De bemesting dient afgestemd te zijn op de gewasbehoefte, de bodemvoorraad en de nalevering vanuit de bodem. Gebruik een goed afgestelde strooier zo nodig voorzien van kantstrooiapparatuur.
- De eerste snede bemesting op grasland dient niet te vroeg plaats te vinden. Het beste moment voor een hoge stikstofbenutting is tussen Tsom 300 en Tsom 400.
- Bij teelten waarvan bekend is dat er een hoog uitspoelingsrisico is kan parallel aan de inzet van minder uitspoelingsgevoelige meststoffen het advies worden verlaagd naar 80% van het landbouwkundig advies. De opbrengstderving bedraagt hooguit enkele procenten.

### **Kosten en baten**

- De inzet van minder uitspoelingsgevoelige meststoffen voor de 1<sup>e</sup> snede verdient zichzelf terug in de vorm van meer eiwit in het gras en een hogere opbrengst. In de akkerbouw ontbreken kwantitatieve gegevens.
- Slow-release meststoffen verdienen zich alleen terug indien dit tot een duidelijk hogere opbrengst en of minder inzet van meststoffen nodig is.

### **Meer informatie**

- Wim Bussink (2014). Tekort aan (kunst)mest? Hoe verdeel ik de kunstmest dynamisch? <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies/Themadagen/Themadag-2014.htm>
- Den Boer, D.J., Holshof, G., Bussink, D.W. en Van Middelkoop, J.C., 2011. Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit. NMI rapport 1364.N.09, Wageningen, pp 95.
- Bussink, D.W., Boer, H.C., Boons-Prins, E.R. & Schils, R.L.M., 2003. Toetsing van voorjaarsmeststoffen op grasland; 2002. NMI rapport 807.01. Wageningen. pp.68.
- Website "Handboek bodem en bemesting". Subpagina "Type meststoffen en hun werking en efficiëntie."



## Stem de bemesting af op de N-mineralisatie

**De snedebemesting kan bij warm en vochtig weer op veengrasland met 15% gekort worden en met 7,5% op alle andere graslanden. Bij warm en vochtig weer in augustus kan 2 tot 4 weken eerder gestopt worden met bemesten.**

Hoge temperaturen en vochtige omstandigheden bevorderen de mineralisatie. Bij warme en vochtige omstandigheden kan de snedebemesting met 6, 9 en 15% gekort worden bij een NLV van respectievelijk 150, 200 en 250 kg N per ha. Per snede bedraagt de extra werking uit dierlijke mest 1 kg N per ha. Bij warm en vochtig weer in augustus kan respectievelijk op 15 augustus en 1 september gestopt worden met bemesten bij een NLV hoger en lager dan 150. Op percelen die veel beweid worden is er nawerking uit urineplekken. Is eind juli/begin augustus meer dan 30 kg N<sub>min</sub> per ha aanwezig dan is geen stikstofbemesting nodig voor de laatste snede. Bij maïs kunt u voor de maïszaai het N-advies met 40 kg N per ha verlagen. Gedurende het seizoen zijn er geen mogelijkheden van bijstelling.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	0	De graslandproductie verandert nauwelijks. Bij korten op de maïs kan meer stikstof naar het grasland.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Er is minder minerale N in de bodem in het najaar.
Kosten <sup>2)</sup>	0 / +	Gemiddeld over de jaren verandert de meststoffen hoeveelheid nauwelijks. Er kunnen extra kosten voor grondonderzoek zijn.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Een hoge temperatuur en voldoende vocht bevorderen de mineralisatie uit grond en mest. Door bij de bemesting hiermee rekening te houden, wordt stikstof beter benut en is het risico op verliezen kleiner; vooral in het najaar. Is het weerbeeld bij de 2<sup>e</sup> en of latere snedebemesting warmer en natter dan normaal, dan kan bemest worden volgens een 20% hogere NLV. Dit betekent een korting op de snedegift van respectievelijk 6, 9 of 15% bij een NLV van respectievelijk 150, 200 en 250 kg N per ha. Praktisch betekent dit een korting van respectievelijk 15% op veengrond en 7,5% op alle andere gronden. Is het weerbeeld koud en nat dan geldt het omgekeerde. De extra mineralisatie uit mest bij een jaargift van 60 m<sup>3</sup> per ha verdeeld, bedraagt op jaarbasis bij warm en nat weer maximaal 4-5 kg N per ha of wel ongeveer 1 kg N per ha per snede.

Door met mesttoediening te stoppen voor 15 augustus in plaats van 1 september, verhoogt u de stikstofbenutting uit mest. Bij warm en nat weer in augustus kunt u tot maximaal 1 maand eerder stoppen met kunstmest geven. De mineralisatie is dan dermate hoog dat de grasgroei waarschijnlijk op peil blijft. Praktisch betekent dit stoppen rond 15 augustus bij percelen boven NLV 150 en stoppen rond 1 september op percelen met een NLV 150 of lager.

Op percelen met veel beweiding is er nawerking uit urinstikstof. Is er meer dan 30 kg N<sub>min</sub> per ha aanwezig op basis van grondonderzoek eind juli dan kan de laatste snedebemesting achterwege blijven. Eerder stoppen met bemesten in het najaar kan het risico van uit- en afspoeling verlagen. Tegelijk kan het nadelig werken voor de grasproductie en is er risico op kroonroest.

Op maïsland kan de bemesting niet tussentijds worden bijgesteld. Generiek een korting toepassen van 40 kg N per ha op het stikstofadvies geeft een lagere N<sub>min</sub> na de oogst en nauwelijks opbrengstderving.

## Doel

Door beter rekening te houden met de mineralisatie uit mest en bodem kan stikstof uit mest en kunstmest efficiënter worden ingezet met minder risico op uit- en afspoeling in het najaar.

## Effect op de waterkwaliteit

Bij hoge temperaturen en vochtige omstandigheden kan de mineralisatie in het najaar lang doorgaan. De opnamecapaciteit van gras neemt dan snel af. Door met de bemesting hier op in te spelen (eerder stoppen en of lagere giften) kan de hoeveelheid N<sub>min</sub> in de bodem worden verlaagd, waardoor het risico op N-uitspoeling daalt. Meetgegevens die dit onderbouwen zijn er weinig.

## Effect op de waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit.

## Effect op de bodemkwaliteit

De maatregel heeft geen effect op de bodemkwaliteit.

## Reactietijd

Het effect van de handeling is in het jaar merkbaar.

## De effectiviteit

De maatregel is op grasland beperkt effectief. In het groeiseizoen is er zelden een verhoogd N<sub>min</sub> niveau bij de huidige niveaus van bemesting. Alleen bij veel beweiden is het N<sub>min</sub>-gehalte verhoogd, vooral meer naar het eind van het seizoen. De maatregel is toepasbaar op alle grondsoorten. Het grootste effect is mogelijk te verwachten op veengrond.

## Risico's

Eerder stoppen met bemesten kan het risico inhouden dat eerder met de wintervoorraad moet worden begonnen en dat koeien eerder opstal moeten. Indien het gras traag groeit door een lage bemesting neemt het risico op kroonroest toe vooral bij vochtig en warm weer. Kroonroest geeft minder smakelijk gras.

## Tips en aandachtspunten

- Gebruik een goed afgestelde strooier om in de tweede helft van het groeiseizoen kleine giften ook goed te kunnen strooien.
- Gebruik aan het eind van het seizoen eventueel meststoffen met een lager N-gehalte voor strooibare hoeveelheden.
- Let bij bemesting met dierlijke mest op een goed werkresultaat; geen versmering en mest die buiten de sleuf treedt bij zodebemesting.
- Strooi niet na een periode van droogte en de grond weer vochtig is door neerslag. Er komt dan vanzelf extra stikstof vrij door mineralisatie en er is nawerking van eerder gegeven stikstof.
- Geen mest naar gescheurd maïsland (zie factsheet 23).
- Voor meer informatie over mest verdunnen zie factsheet 24.
- Voor meer informatie over het benutten van (kunst)meststoffen zie factsheet 12.
- Voor meer informatie over mest toewijzen aan percelen zie factsheet 4.

## Kosten en baten

- Beter rekening houden met de mineralisatie brengt geen extra kosten met zich mee. De baten zijn beperkt. De graskwaliteit is mogelijk constanter wat rantsoen technisch minder bijstellingen vergt gedurende het seizoen.
- Eerder stoppen met bemesten kan het risico inhouden dat eerder met de wintervoorraad moet worden begonnen en dat koeien eerder opstal moeten. De kosten hiervoor zijn lastig te becijferen.
- Eerder stoppen met mest uitrijden betekent meer mestopslag. Per 2 weken eerder stoppen betekent dit 5-15 € per koe per jaar (factsheet 10).
- Tegenover de kosten van de N<sub>min</sub> bemonstering staan de mogelijke baten van een strooibeurt minder en eventueel een besparing op kunstmest indien de uitgespaarde kunstmest niet op andere percelen wordt toegediend.

- Door bemesting gericht af te stemmen op de situatie en per snede mag een hogere jaaropbrengst verwacht worden, omdat op andere momenten meer mest beschikbaar is (nu te veel de nadruk op risico van lagere opbrengst).

### Meer informatie

- Schils, R.L.M., 1988. Verfijning stikstofbemesting op grasland met nitraatsneltest. In: Waiboerhoeve 1987. Verslag van praktijkgericht onderzoek. PR-publicatie 56, 11-16.
- Wouters, A.P. & Hassink, J., 1996. Bijsturen van de N-bemesting tijdens het seizoen. In: Loonen, J.W.G.M. & Bach-de Wit, W.E.M. (eds.) Stikstof in Beeld. Naar een nieuw bemestingsadvies op grasland, 60-77.
- Bussink, D.W., Holshof, G., Vergeer, W.N., Schils, R.L.M. en Bakker, R.F., 2002. Efficiënter stikstofgebruik bij lage bemestingsniveaus op grasland. Gezamenlijke studie van NMI en PV. NMI-Wageningen, pp.139.
- Ros, G.H., van Schöll, L., Bussink, D.W., 2012. N-advies op nieuwe leest. NMI rapport 1248.N.07.
- Holshof, G. & Willems, J., 2004. Invloed eerder opstallen en verlagen stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraatconcentratie in bovenste grondwater. Praktijkrapport rundvee 44. ASG pp 50.
- Verloop, J., Hilhorst, G.J. & Oenema, J., 2007. Stikstof mineralisatie op melkveebedrijf 'De Marke'. Analyse van waarnemingen en van hun betekenis voor het management. Rapport 36 Rapport Plant Research International nr. 132.
- Ros, G.H. & van Eekeren, J.M., 2012. Evaluatie NLV-concept voor CBGV. Is een update nodig? CBGV Wageningen.



## Breng drempels aan in ruggenteelten

### Drempels in ruggenteelten laten regenwater infiltreren op de plaats waar het valt en verminderen plasvorming en afspoeling naar sloten.

Afspoeling heeft vooral op (hellende) percelen verlies aan vruchtbare grond, water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen tot gevolg. Bij hellende percelen is het aanleggen van drempels tussen de ruggen daarom een zeer doeltreffende oplossing om afspoeling en erosie tegen te gaan. Op vlakke percelen voorkomt het dat water naar de natte plekken op het perceel loopt en vermindert het de afspoeling naar sloten. Ook verbetert het de indringing bij beregening. Door het frezen van kleine drempels tussen de ruggen met de zogenaamde 'aardappeldrempelmachine' wordt regen beter vastgehouden op de plaats waar het valt, zodat het regenwater de grond in sijpelt in plaats van af te spoelen. De drempels houden het één groeiseizoen vol en kunnen in alle ruggenteelten worden ingezet.



### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel	0 / +	Afhankelijk van omstandigheden wordt een gering positief productievoordeel verwacht.
Milieuvoordeel	++	Milieuvoordeel is onderzocht op hellende percelen. Voor vlakke percelen zijn nog geen onderzoeksresultaten beschikbaar. Omdat plasvorming minder wordt en afstroming wordt geremd, wordt een positief effect verwacht.
Kosten	++	Afhankelijk van omstandigheden is geen extra werkgang nodig.

Kosten: 0 geen; + tot €25/ha; ++ €25/ha tot €75/ha; +++>€75/ha

### De maatregel

Met een drempelmachine worden na het aanaarden tussen de ruggen drempeltjes aangebracht. De drempeltjes zijn zo'n 10-15 cm hoog en herhalen zich om de 0,75 à 1,5 m afhankelijk van het type drempelmachine en/of afstelling. Belangrijk bij het maken van drempels is dat deze direct bij het poten of op zeer korte tijd daarna worden aangelegd. Dan is nog voldoende losse grond beschikbaar voor het maken van de drempels. Als te lang wordt gewacht zakt de grond in en kan minder grond door de schepjes van de drempelmachines bij elkaar wordt gebracht en kunnen de peddels van de drempelvormer onvoldoende in de grond dringen. Bij het poten of aanaarden moet de bodem tussen de ruggen voldoende losgemaakt worden om voldoende hoge drempels te kunnen vormen.

Om het schommelen van een spuitmachine tegen te gaan kan er voor gekozen worden om geen drempels aan te leggen in de spuitgang. De drempels zijn in het najaar al sterk afgevlakt, waardoor het schommelen van een rooimachine nauwelijks een probleem vormt. Er zijn meerdere machines die drempels tussen ruggen kunnen maken, bijna allen ontwikkeld in België.

### Doel

Het doel is om gevallen regen ter plaatse op het veld vast te houden en te laten infiltreren. De drempels voorkomen dat bij een gemiddelde regenbui water naar het laagste deel van het veld stroomt en daar natte plekken veroorzaakt en / of oppervlakkig afstroomt naar een aangrenzende sloot. Bij hevige

neerslag wordt afvoer en erosie geremd en reduceren drempels verlies van vruchtbare grond, water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en verontreiniging van oppervlaktewater.

### Effect op waterkwaliteit

Door de aanleg van de drempels en het loswoelen van de grond wordt de infiltratiecapaciteit vergroot en komt het water van milde regenbuien niet tot afstroming. Bij hevige regenbuien wordt een groter deel van het water vastgehouden dan in de situatie zonder drempels, maar is afspoeling niet geheel te voorkomen. De volgende effecten worden verwacht;

- Gewasbeschermingsmiddelen: heel groot effect.
- Fosfortransport met afspoeling van water en sediment: groot effect.
- Stikstofafspoeling van water: matig effect.

De onderzoeksgegevens betreffen vrijwel altijd de aanleg van drempels in aardappelruggen ter bestrijding van erosie van hellende percelen. In 2001 is door Praktijkonderzoek Plant en Omgeving onderzoek gedaan naar het effect van drempels in de geulen tussen de ruggen op afstroming van water en grond op een perceel met een hellingspercentage van 7%. Ten opzichte van frezen zonder drempels nam het bodemverlies af met 96% en de afstroming van water met 66% (Geelen, 2001). Onderzoek in Wallonië (Barthélémy et al, 2010) laat zien dat door de aanleg van drempels gemiddeld 70% minder water afstroomt (tussen 30 en 98%) en de afspoeling van bodemsediment (erosie) met 90% afneemt. Door de maatregel werd het verlies van gewasbeschermingsmiddelen sterk beperkt en trad een betere herverdeling op van regen met een betere infiltratie van het water in de bodem. Voor de aardappelteelt op de kleigrond van vlakke percelen in de polders, droogmakerijen en het rivierengebied zijn geen onderzoeksresultaten bekend. Ook voor vlakke zandgronden zijn de effecten nog niet kwantitatief vastgesteld met veldproeven. Het bedrijf van Roskam in Abbenes (Bayer ForwardFarming) werkt met drempels in ruggenteelt.

### Inpasbaarheid op het bedrijf

Doorgaans wordt de aanleg van drempels gecombineerd met het poten of zaaien van gewassen in loonwerk. Als de loonwerker drempelmachines in gebruik heeft, is de maatregel goed inpasbaar op een bedrijf. De aanleg van drempels in ruggenteelt is tot nu toe niet verplicht, maar in het 6de Actieprogramma Nitraatrichtlijn is aangekondigd dat het vanaf 1 jan 2021 verplicht is om in ruggenteelten op klei en löss zodanige maatregelen te nemen dat oppervlakkige afspoeling van het perceel bemoeilijkt wordt door minimale aanleg van waarneembare hindernissen, zoals bijvoorbeeld drempels of drempeltjes, of geultjes die niet afwateren op oppervlaktewater, op of rond het perceel, zodat oppervlakkige afspoeling naar nabijgelegen wateren bij normale weersomstandigheden (neerslag) voorkomen wordt. De minimale eisen aan deze hindernissen zullen worden vastgelegd in de regelgeving.

Voor hellende gebieden in Zuid Limburg wordt in de uitvoeringsregeling rechtstreekse betalingen GLB in de paragraaf "Minimaal landbeheer op basis van de specifieke omstandigheden ter plaatse om erosie tegen te gaan" een waterdrempel omschreven als een aarden rug, dwars in de rijen van een teelt op ruggen, dat afstromend water kan bergen. De opvangcapaciteit van de waterdrempels moet dan minimaal 100 m<sup>3</sup> per hectare zijn. Dit komt overeen met een waterschijf van 10 mm.

### Bijeffecten

Een positief bijeffect is de regelmatigere verdeling van water op het land waardoor zich minder natte en droge plekken kunnen vormen en waardoor de kans op nat- en droogteschade kleiner wordt. In veldproeven is een licht positief effect op de opbrengst waargenomen. Een negatief bijeffect zou de iets moeilijkere berijding bij bespuiting kunnen zijn. Dit is te ondervangen door in permanente rijpaden geen drempels aan te brengen.

### Reactietijd

Het effect treedt direct op, maar is alleen waar te nemen bij matige tot hevige regenbuien.

### Kosten en baten

Kosten zijn moeilijk te begroten vanwege de onbekendheid van veel telers met de maatregel en het geringe aantal machines dat hiervoor ingezet kan worden door loonwerkers. De verwachting is dat bij de verplichting van de maatregel op klei- en lössgronden, met ingang van 2021, het aantal drempelmachines sterk zal toenemen, waardoor een schaalvoordeel optreedt. Baten zijn te verwachten in de vorm van een iets hogere opbrengst als gevolg van minder nutriëntenverlies en een gelijkmatiger



infiltratie van regenval. In Management & Techniek 6 van 23 maart 2012 wordt vermeld dat de kosten 40 € per ha zouden bedragen.

### Aandachtspunten

- Voor teelten met regelmatige berijding na poten of zaaien wordt aanbevolen vaste rijvoren aan te houden en in deze voren geen drempels aan te brengen.
- Kop- en wendakkers zijn de plaatsen met het grootste risico op afstroming. Juist op deze plaatsen moet men de drempels zorgvuldig aanbrengen.
- De maatregel wordt per 1 januari 2021 verplicht voor klei- en lössgronden. Verwacht wordt dat de drempelmachines nog verder technisch ontwikkeld zullen worden voor kleigronden. Geadviseerd wordt om zich regelmatig op de hoogte te laten stellen.

### Meer informatie

- <http://www.toolboxwater.nl/uploads/pdf/2017/2.%20Perceelsinrichting%20Afspoeling.pdf>
- [http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/\\_quickstart\\_bmp.pdf](http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/_quickstart_bmp.pdf)
- <https://www.thepotatovalley.nl/files/bijlagen/Bayer%20Forward%20Farming%20%28Joris%20Roskam%29.pdf>
- <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2017/12/22/zesde-nederlandse-actieprogramma-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2018-2021/zesde-nederlandse-actieprogramma-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2018-2021.pdf>
- Boerenbond, 2012. Drempels voorkomen erosie. Management & Techniek 6 , 23 maart 2012. <http://edepot.wur.nl/279892>

### Bijlage



AVR is een systeem waarmee schopjes hydraulisch op en neer worden bewogen. Dit schopje is een kunststof (ertalon; taai en zeer slagvast) plaatje bevestigd op een metalen armpje. In de aanaardkap of net voor het schopje wordt een woeltand gemonteerd om voldoende losse aarde te hebben. De werkdiepte van de woeltand is instelbaar. Bij een snelheid van 7 km/h zullen de drempeltjes  $\pm$  75-80 cm van elkaar liggen.



Een hydraulisch systeem waarbij de stevige metalen schoepen samen op en neer bewegen systeem van het bedrijf Jona-Agri, gemonteerd op een Grimme-planter om drempels te kunnen maken tussen de ruggen. Aandacht is besteed aan het snel vullen van de planter met pootgoed.



De Dyker, ontwikkeld door Grimme, is een mechanisch systeem met een rotor met drie grote schoepen die gaten in de grond scheidt om drempels op te werpen. Deze combinatie van drempels met gaten heeft een sterk effect op het vasthouden van water. Drempels liggen op een afstand van 80 centimeter. De Dyker maakt flinke gaten en drempels en heeft daarmee een maximaal effect.



De Erosion-Stop van Miedema is een hydraulisch aangedreven werktuig dat direct op de aanaardkap van de pootmachine bevestigd wordt. Het lage gewicht van de Erosion-Stop maakt de innovatie ook geschikt voor gedragen pootmachines.

Er worden speciale spatels gebruikt.



Serry Agri heeft een Miedema-pootmachine uitgerust met een pneumatisch systeem waarmee de grond voor zich uit wordt gestuwt. Wanneer de klep wordt opgezet, tilt de grondplaat zich op en wordt een drempel achtergelaten. De hoogte van de drempels en de onderlinge afstand is volledig instelbaar.

Nadelen: de trekker moet voldoende luchtdruk kunnen opbouwen om de drempels op te werpen. Wie de drempels dichterbij elkaar wil hebben, moet langzamer rijden. Door toepassing van pneumatiek is de machine onderhoudsgevoelig.



Rudy Vanderheeren construeerde een hydraulisch aangedreven drempelmachine op een planter van Grimme. De inox-schopjes zijn rechtstreeks op de tanden aangebracht en bewegen samen op en neer. De afstand tussen de drempels en de diepte is te regelen vanuit de tractor.



## Gebruik de baggerpomp voor effectief sloot baggeren

**Door slootbagger met een baggerpomp te verspreiden en een paar meter uit de kant te blijven wordt vermeden dat bagger terugvloeit in de sloot. Het baggeren kan het beste uitgevoerd worden vanaf september of voor 15 maart.**

Door slootbagger niet langer op de kant te zetten maar met een baggerpomp te verspreiden en een paar meter uit de kant te blijven vermijdt u terugvloeien van bagger in de sloot. Uit proeven blijkt dat slootbagger geen bemestende waarde heeft. Het tijdstip van baggeren wordt dan bepaald door wanneer de minste effecten te verwachten zijn op grasproductie. U kunt dan het beste baggeren vanaf september of voor 15 maart.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	-/+	De graslandproductie stijgt niet. Uitvoering in de zomer kan opbrengst kosten. Achterwege laten van baggeren kan schade geven als gevolg van meer risico op wateroverlast.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Nutriëntrijke bagger wordt verwijderd uit de sloot.
Kosten <sup>2)</sup>	+	Deze zijn in het algemeen beperkt, tenzij de bagger moet worden afgevoerd.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Door het verwijderen van nutriëntrijke bagger neemt de afvoercapaciteit van de sloot toe en is er minder risico op nalevering van nutriënten aan het oppervlaktewater. Van belang is om de bagger niet op de kant te zetten maar goed te verspreiden over het perceel. Dat voorkomt dat de bagger kan afspoelen naar de sloot en daarmee voor vertroebeling van het water zorgt en een extra nutriëntenbelasting met fosfor en stikstof geeft. Het beste kunt u een baggerpomp gebruiken die de bagger over een breedte van 15-20 meter kan verspreiden en waarbij u een paar meter uit de kant blijft.

Hoewel bagger nutriënten bevat, zijn deze niet of nauwelijks werkzaam op grasland. Het tijdstip van baggeren wordt daarmee vooral bepaald door wanneer u er voor de bedrijfsvoering het minste last van heeft en wanneer het effect van baggeren het grootst is. Geadviseerd wordt om het baggeren in de herfst uit te voeren voor 1 november of anders voor 15 maart. Dan is er het minste effect op de besmeuring van gras.

Baggeren is veelal eens in de 4-5 jaar nodig. Vaker is niet gewenst. Daarnaast vindt vaak jaarlijks slootkantbeheer plaats.

### Doel

Met baggeren wordt de nutriëntrijke bagger uit de sloot verwijderd waardoor de afvoercapaciteit verbetert en de nalevering van nutriënten uit de waterbodem aan het oppervlaktewater afneemt.

### Effect op de waterkwaliteit

Baggeren heeft een gunstig effect op zowel de chemische als de biologische kwaliteit. Dat wordt nog versterkt door een vergroting van de waterdiepte zo blijkt uit meetresultaten. De bereikte effecten kunnen sterk verschillen tussen locaties en jaren.

### Effect op de waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit. Wel neemt het risico van wateroverlast flink af.

## Effect op de bodemkwaliteit

De maatregel heeft geen effect op de bodemkwaliteit.

## Reactietijd

Het effect van de handeling is binnen 1 jaar merkbaar en blijft 2-5 jaar aanhouden.

## De effectiviteit

De effectiviteit voor de chemische en biologische waterkwaliteit is hoog. Tussen locaties en jaren kunnen grote verschillen zijn. Baggeren is eenvoudig uitvoerbaar.

## Risico's / nadelen

Door de slootbagger niet op de kant te zetten maar te verspreiden via de baggerpomp, vindt een flinke besmeuring van het gras plaats. Beweiden of grasmaaien is dan een tijd lang niet mogelijk. Baggeren in de herfst of in het vroege voorjaar beperkt de nadelige effecten van grasbesmeuring. Door bedekkingsschade is er ook minder grasgroei. Veelal is dat geen probleem vanwege de ruime voedervervoorziening in de betreffende gebieden. Afvoeren van bagger is een dure optie en minder gewenst omdat daarmee bodemmateriaal wordt afgevoerd uit een gebied dat inklinkt.

## Tips en aandachtspunten

- Er moet gebaggerd worden als de baggerlaag groter is dan 1/3 deel van de totale diepte van de sloot. In het veenweidegebied is (vaak) geen harde bodem aanwezig. Hier geldt dat er minimaal 30 cm water in de sloot moet staan. Indien er minder dan 30 cm water in de sloot staat, moet u de sloot tot 40 cm diepte uitbaggeren.
- Vanaf 15 maart tot 1 juni mogen geen baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd in verband met de Wet Natuurbescherming.
- Gebruik voor een goed werkresultaat voldoende water bij het baggerpompen.
- De smakelijkheid van het gras lijkt beter te zijn op percelen waar slootbagger is gespoten. Dat pleit voor baggeren in de herfst wanneer de smakelijkheid van gras minder wordt.

## Kosten en baten

- De kosten van baggeren bedragen tot 0,20 euro per strekkende meter. Bij smalle percelen kan dat al gauw oplopen tot 50 euro per ha. Baggeren is veelal eens in de 4-5 jaar nodig. De jaarkosten bedragen max 10 euro per ha per jaar. Baggeren leidt tot een beter doorstroming van water met minder risico op wateroverlast. Dit kan tot een kostenvoordeel van 5 euro per ha leiden. Er wordt vanuit gegaan dat geen aanvullende werkzaamheden nodig zijn. Indien de bagger afgevoerd moet worden zijn de kosten veel hoger mede afhankelijk van de mate van verontreiniging (5 tot 35 euro per ha voor licht verontreinigde bagger tot 80 euro per ha voor sterk verontreinigde bagger).
- Slootbagger heeft geen bemestende waarde en leidt niet tot een besparing op kunstmest.
- Door of in het vroege voorjaar of in de herfst te baggeren blijft het effect op de opbrengst en of het niet kunnen weiden van percelen beperkt. Veelal hebben de betreffende gebieden voldoende gras zodat dit geen probleem is.

## Meer informatie

- Van Schooten, H.A. en Van Houwelingen, K.M., 2017. Bemestende waarde van bagger in het voorjaar. Resultaten van éénjarig oriënterend onderzoek op veenweidegrond. Wageningen Livestock Research. Rapport 1075.
- Rietra, R., Van Beek, C. & Harmsen, J., 2008. Uitspoeling van stikstof en fosfaat na toediening van slootbagger op veengrond. Een verkennende laboratoriumstudie. Alterra rapport 1703. Pp 32.
- De Vlieger, B., Van de Weerd, H. & Reeze, A., 2011. Effecten baggeren op ecologie weteringen. Onderzoek naar de bijdrage van kwaliteitsbaggeren (56p), Arcadis, Apeldoorn.
- [http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/Baggernut\\_\\_maatregelen\\_\\_baggeren\\_en\\_nutrienten](http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/Baggernut__maatregelen__baggeren_en_nutrienten)
- Bakkum, R., 2012. Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten. Rapport 2012-40 (77p), STOWA, Amersfoort. [http://www.stowa.nl/upload/publicaties/STOWA2012\\_40\\_LR.pdf](http://www.stowa.nl/upload/publicaties/STOWA2012_40_LR.pdf)



## Bewerk de grond langs hoogtelijnen

**Contourbewerking vermindert het risico op oppervlakkige afstroming en gaat minder van de vruchtbare grond, de nutriënten en de gewasbeschermingsmiddelen verloren.**

Met name op hellende percelen kan na een matige of hevige regenbui oppervlakkige afstroming optreden. Hierdoor gaan vruchtbare grond, water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verloren. Het evenwijdig ploegen aan de hoogtelijnen op hellende percelen (contour bewerken) of parallel aan de sloot bewerken vermindert het risico op oppervlakkige afstroming. Er kan ter plaatse meer regenwater infiltreren en er stroomt minder water af via de ploegvoren. Contour of parallel bewerken is een teeltechnische maatregel die in principe overal toegepast kan worden mits de percelen dat qua vorm en topografie toelaten. In het kader van het INTERREG-project BODEMBREED heeft Bert Vermeulen (WUR-PRI) de maatregel contour bewerken omschreven als een erosiebestrijdingsmaatregel. Van die beschrijving is hier dankbaar gebruik gemaakt.



### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	0 of -	Geen of gering negatief effect verwacht op opbrengst vanwege grotere wend- en kopakkers.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+ / ++	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewasbeschermingsmiddelen: heel groot.</li> <li>• Fosforafspoeling: groot.</li> <li>• Stikstofafspoeling: matig tot groot.</li> </ul>
Kosten <sup>2)</sup>	Laag	Kosten variëren van €10/ha tot €76/ha (prijsniveau 2010).

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Contourbewerken is het bewerken van de grond evenwijdig aan de hoogtelijnen, d.w.z. loodrecht op de richting van de helling. Onder Nederlandse omstandigheden is het soms onpraktisch omdat de percelen klein zijn. Er kan dan worden volstaan met dwarsbewerking, d.w.z. dwars op de overheersende hellingsrichting. Op vlakke percelen kan het (relatief kleine) risico op belasting van de sloot verder worden verminderd door parallel aan de sloot te bewerken. Als er een sloot zowel langs de breedte als de lengte van het perceel ligt, kies dan als bewerkingsrichting dwars op de korte kant en tref daar een alternatieve maatregel (bijvoorbeeld bezinkgreppel of bufferstrook). Contourbewerken en dwarsbewerken leidt tot ruggeltjes dwars op de helling (parallel aan de sloot), waardoor wordt voorkomen dat kleine stroomkanaaltjes (naar de sloot) worden gevormd (wielsporen, zaalvoren).

Tot 2014 waren de erosieregels in een verordening van de Productschappen Akkerbouw en Tuinbouw opgenomen. Sinds de opheffing van de productschappen zijn de regels ongewijzigd overgenomen door het Ministerie van Economische Zaken. De regels zijn nu onderdeel van de voorwaarden van het GLB om

voor de hectaretoeslag in aanmerking te komen. De regels zijn te vinden in Bijlage 4 paragraaf 4 van de uitvoeringsregeling.

### Doel

Het doel is om gevallen regen ter plaatse op het veld vast te houden en te laten infiltreren. Deze vorm van grondbewerking voorkomt verlies van vruchtbare grond, water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en verontreiniging van oppervlaktewater met deze stoffen.

### Effect op waterkwaliteit

Door deze vorm van bewerking komt het water van milde regenbuien niet tot afstroming. Bij hevigere buien is de afstroming minder omdat een groter deel van de bui wordt geborgen. De volgende effecten worden verwacht:

- Gewasbeschermingsmiddelen: heel groot effect.
- Fosfortransport met oppervlakkige afspoeling: groot effect.
- Stikstofafspoeling met oppervlakkige afspoeling: matig effect.

Over het effect van contourbewerking op waterkwaliteit in Nederland is geen kwantitatieve informatie beschikbaar op basis van metingen. Verondersteld wordt dat de effecten vergelijkbaar kunnen zijn met de effecten van drempeltjes in ruggenteelten (factsheet 14).

### Inpasbaarheid op het bedrijf

Op grotere hellende bouwlandpercelen is de maatregel doorgaans goed uitvoerbaar. Als de maatregel nog niet eerder is toegepast, is het raadzaam eerst het hoogteverloop van het perceel in kaart te brengen (zie <http://pdokviewer.pdok.nl> Actueel Hoogtebestand Nederland). Daarop is te herkennen waar het grootste risico bestaat van water en sediment die afstromen. Voor vlakke percelen kan beter gebruik worden gemaakt van een plassenkaart. Deze plassenkaart wordt digitaal beschikbaar gesteld bij de BedrijfsWaterWijzer.

### Bijeffecten

- Minder overlast door water- en modderstromen (hellend gebied).
- Behoud van bodemvruchtbaarheid.
- Voorkomen van geulvorming in het perceel en daardoor betere bewerkbaarheid.
- Iets grotere ruimtebeslag voor kop- en wendakkers.
- Geringe meerkosten voor grondbewerkingen.

### Reactietijd

Het effect treedt direct op, maar is alleen waar te nemen bij matige tot hevige regenbuien.

### Kosten en baten

Vermeulen vermeldt voor de kosten een getal dat is berekend op basis van modelberekeningen. Hierin zijn baten in de vorm van GLB-betalingen niet meegenomen. De kosten van dwarsbewerking hangen sterk af van de vorm en afmetingen van het perceel en varieerden bij het prijsniveau van 2010 van €10 /ha tot €76 /ha. Gemiddeld lagen de kosten op €41 /ha en zijn daarmee lager dan de subsidies die gemiddeld per hectare uitgekeerd worden voor vergroening en de basisbetaling. Voor contourbewerking geldt: hoe groter de bewerkingslengte, hoe lager de kosten.

### Tips en Aandachtspunten

- Breng vooraf het hoogteverloop van het te bewerken perceel in kaart.
- In de praktijk wordt contourbewerking niet toegepast op hellingen steiler dan 8%. Ook op kleine (<0,5 ha) of smalle (lengte in hellingsrichting) percelen is contourbewerking niet praktisch.
- Als een duidelijke voorkeursstroombaan aanwezig is (Thalweg) waarin een erosiegeul ontstaat of als eenmaal een geul aanwezig is, is contourbewerking ter plaatse moeilijk uitvoerbaar. Met andere woorden de helling moet vrij eenvormig zijn.

### Meer informatie

- Vermeulen, G.D., 2011. Alternatieven voor Niet Kerende Grondbewerking. Literatuurstudie erosiebestrijding in combinatie met ploegen op lössgronden (werkgroep 3 BODEMBREED INTERREG). <http://edepot.wur.nl/185829>.

- Documenten van de website [www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org), bijv [http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/runoff\\_field\\_manual\\_eng.pdf](http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/runoff_field_manual_eng.pdf)
- <http://wetten.overheid.nl/BWBR0035925/2016-07-01#Bijlage4>



## Verdiep de beworteling van grasland

**Beoordeel eens de bewortelingsdiepte op uw grasland. Valt de beworteling in de laag 10-20 cm weg dan valt er heel wat te winnen in nutriëntenopname door de graswortel. Kijk waar maatregelen genomen kunnen worden wat betreft bodem, ontwatering, beregenen, bodemleven, en keuze van grasrassen en -soorten.**

Wortels zijn essentieel voor plantengroei omdat ze water en voedingsstoffen opnemen uit de bodem. Wanneer grasland dieper wortelt, wordt het beschikbare water en nutriënten zoals stikstof (N) beter benut. Dit levert een win-win situatie op voor zowel de melkveehouderij als de maatschappij: dezelfde grasproductie met minder bemesting en minder verliezen naar het milieu.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+	Diepere beworteling zorgt voor betere benutting beschikbare nutriënten en betere wateropname
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Minder nitraatuitspoeling na bemesting door betere opname
Kosten <sup>2)</sup>	0/+	Kosten zijn beperkt. Inzaaien met een kruidenrijk graszaadmengsel geeft meerkosten.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Begin met een gat te graven tot 1 m diep en kijk tot waar de beworteling nu zit. De potentiële beworteling op klei gaat wel tot 1 m diep, terwijl op zandgrond de potentiële bewortelingsdiepte vaak gerelateerd is aan de dikte van de zwarte laag en op veen aan de grondwaterstand.

Als de werkelijke bewortelingsdiepte afwijkt van de potentiële bewortelingsdiepte zoek dan naar oorzaken in ontwatering en verdichting. Probeer waar mogelijk ontwatering te verbeteren en probeer verdichting te voorkomen en op te heffen. Belangrijk is ook om niet te snel te beginnen met beregenen zodat het grasland gedwongen wordt met de beworteling het water te volgen. Andere maatregelen zijn het stimuleren van pendelende regenwormen zodat de wortels de verticale wormengangen van de wormen kunnen volgen. Daarnaast kan de diepte van beworteling gestimuleerd worden door te kiezen voor grasrassen van Engelse raaigras met een dieper wortelstelsel en andere graslandsoorten met een dieper wortelstelsel (bijvoorbeeld rietzwenkgras, rode klaver, luzerne en cichorei).

### Doel

Doel is om met een diepere beworteling het grasland minder droogtegevoelig te maken maar ook nutriënten zoals stikstof beter te benutten.

### Effect op de waterkwaliteit

Een diepere beworteling zorgt voor een hogere stikstofbenutting waardoor er minder nitraat uitspoelt naar oppervlakte- en grondwater.

### Effect op waterkwantiteit

Een diepere beworteling brengt de plant letterlijk dieper bij het beschikbare water waardoor het grasland minder droogtegevoelig is en/of minder snel beregend hoeft te worden.

### Effect op de bodemkwaliteit

Beworteling kan niet los worden gezien van de bodemkwaliteit. Graswortels zijn belangrijk voor de opbouw van organische stof in de bodem. Organische stof is weer voeding voor bodemleven, en wortels



zorgen daarmee direct (via wortelgroei en wortellexudaten) maar ook indirect (als voeding voor bodemleven) voor een betere bodemstructuur. Denk hierbij ook aan het effect van een groenbemester op de bodemstructuur van bouwland.

### Reactietijd

Het effect van diepere beworteling is in een droog seizoen direct merkbaar. Het effect op organische stof opbouw in de bodem is een langdurig proces waarvan het effect pas na een aantal jaar echt duidelijk merkbaar wordt.

### De effectiviteit

Betere en diepere beworteling heeft effect op de water- en nutriëntenopname en daarmee direct op de grasproductie.

### Tips en aandachtspunten

- Probeer waar mogelijk de ontwatering te verbeteren en probeer verdichting te voorkomen en op te heffen.
- Niet te snel beregenen stimuleert een diepere beworteling.
- Stimuleren van pendelende regenwormen zorgt ervoor dat de wortels de verticale wormengangen kunnen volgen met een betere ontwatering en diepere beworteling als resultaat.
- Aanpassen rassenkeuze naar diepwortelende Engelse raaigras rassen en/of de keuze voor een kruidenrijk grasland met andere graslandsoorten met een dieper wortelstelsel (bijvoorbeeld rietzwenkgras, rode klaver, luzerne en cichorei) verdiept de beworteling en daarmee de water en nutriënten opname.

### Kosten en baten

De meeste maatregelen die de worteldiepte vergroten vereisen meestal geen extra investeringen. Meerkosten komen met name bij een keuze voor inzaaien met kruidenrijke grasmengsels.

### Meer informatie

- Boer, H. de, J.G.C. Deru, N.J.M. van Eekeren, 2016. Woelen van blijvend grasland op een zandgrond: effecten op bodemstructuur, beworteling en grasopbrengst. Wageningen UR, Livestock Research, Wageningen. 50 p.
- Eekeren, N.J.M. van, J.G.C. Deru, S. Gerdes, 2015. Bufferboeren: Productieve maatregelen voor meer droogtetolerantie: Duurzame klimaatoplossingen voor landbouw & water. Rapport 2015-028 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 40 p.
- Eekeren, N.J.M. van, J.G.C. Deru, H. de Boer, B. Philipsen, 2011. Terug naar de graswortel: Een betere nutriëntenbenutting door een intensievere en diepere beworteling. Rapport 2011-023 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 32 p.
- Deru, J.G.C., N.J.M. van Eekeren, H. de Boer, 2010. Beworteling van grasland - een literatuurstudie: Nutriëntenopname in relatie tot bewortelingsdiepte en -intensiteit; factoren en potentiële maatregelen die de beworteling beïnvloeden. Rapport 2010-018LBV. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 63 p.
- Luske, B., J.G.C. Deru, H. Wösten, J.H. Faber, N.J.M. van Eekeren, 2012. Beworteling van grasland en droogtetolerantie: Maatregelen voor een diepere beworteling. Rapport 2012-028 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 51 p.
- Wagenaar, J., J. de Wit, A.J.T.M. Hospers-Brands, W.J.M. Cuijpers, N.J.M. van Eekeren, 2017. Van gepeperd naar gekruid grasland: Functionaliteit van kruiden in grasland. Rapport 2017-022 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 44 p.



## Gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen

**Met rustgewassen en diepwortelende groenbemesters kan stikstof uit de lucht worden vastgelegd en kan uitspoeling tijdens de winter worden beperkt.**

Een uitgekiend gebruik van diepwortelende en rustgewassen in een vruchtopvolging houdt de bodem gezond en de gewassen productief. Het is de basis voor een duurzaam teeltsysteem en een belangrijke maatregel om bodem gebonden ziekten en plagen te voorkomen. Vooral de ruimte voor granen, luzerne, grasklaver en groenbemesters is belangrijk. Uit onderzoek blijkt dat rotaties met vlinderbloemigen en groenbemesters de fysische eigenschappen van de bodem verbeteren, erosie en uitspoeling van nutriënten verminderen, het bodemorganische stofaandeel vergroten en uiteindelijk de behoefte aan externe inputs substantieel kunnen verminderen.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+	Op langere termijn gunstig voor gewasopbrengst.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+/++	Minder N uitspoeling, groene N voorziening door N-binding via vlinderbloemigen.
Kosten <sup>2)</sup>	0/+	Afhankelijk van specifieke keuzes.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Rustgewassen zijn een basisvoorwaarde om diversiteit in het bouwplan van akkerbouwers te houden en een goede bodemkwaliteit te handhaven. Gewassen met een hoog saldo (aardappel, peen, uien) vragen veel van de bodem. Gewassen die laat geoogst worden (suikerbieten, aardappelen) geven een groter risico op bodemverdichting en bieden minder ruimte voor de teelt van groenbemesters. Bij het invullen van een bouwplan gaat het om een goede afwisseling van gewassen met een hoog saldo en gewassen die de bodemconditie weer op peil brengen, zoals granen, grassen en groenbemesters. Eigenlijk hebben alle rustgewassen ook een gunstige beworteling: intensief en/of diep. Daarbij geldt dat hoe dieper en intensiever de beworteling, hoe groter de bijdrage aan herstel en verbetering van de bodemkwaliteit.

Granen en grassen wortelen intensief en diep. Tarwe en gerst zijn van oudsher de rustgewassen in het bouwplan. Dankzij de relatief vroege oogst bieden ze ruimte voor een groenbemester en het stro is gunstig voor de bodemkwaliteit. Ook de teelt van graszaad geeft rust in het bouwplan. Als diep wortelende groenbemester zijn (Japanse) haver, winterrogge, Engels- en Italiaans raaigras of rietzwenkgras, gunstig voor herstel van de bodemkwaliteit.

Vlinderbloemigen zoals luzerne en grasklaver leggen stikstof vast in de bodem en zijn beide een goede voorvrucht voor de meeste gewassen. Qua inpassing in het bouwplan leent grasklaver zich beter voor een eenjarige teelt dan luzerne. Daarbij wordt grasklaver bij voorkeur in het najaar gezaaid en luzerne in het voorjaar. Bij grasklaver ben je vrijer in het kiezen van een goed maaimoment. Voor luzerne is de drogerij vaak sterk bepalend. Qua onkruid onderdrukking en nalevering van stikstof ontlopen grasklaver en luzerne elkaar niet veel. Luzerne is iets beter in de onderdrukking van wortelonkruiden. Luzerne is wel gevoeliger voor structuurbederf dan grasklaver. De teelt van luzerne of grasklaver vormt een schakel tussen akkerbouw en veehouderij. Grasklaver kan ook ingezet worden als maaimeststof.

### Doel

Doel is om door het gebruik van diepwortelende (rust)gewassen de bodem te laten herstellen en zo veel mogelijk bedekt te houden. Dit verbetert de bodemkwaliteit en de waterhuishouding, voedt het bodemleven en voorkomt verlies van nutriënten.

### Effect op de waterkwaliteit en -kwantiteit

Gewassen met een intensieve en/of diepe beworteling hebben een positief effect op de bodemstructuur en zorgen voor goede bodembedekking. Dat is gunstig voor de waterinfiltratie, het waterbufferend vermogen en ook voor het vasthouden van nutriënten in de winter. De penwortels van luzerne zijn gunstig voor de natuurlijke drainage van de bodem (zie afbeelding).



### Effect op de bodemkwaliteit

Diepwortelende gewassen verbeteren de bodemkwaliteit en de organische stofopbouw. Ze zijn gunstig voor de structuur, de opbouw van organische stof en het bodemleven. Vlinderbloemigen leggen stikstof vast.

### Reactietijd

De teelt van een graan of een 2-jarige luzerne of grasklaver heeft direct invloed op de bodemkwaliteit in termen van bodemstructuur, bodemleven en (water)bufferend vermogen. Bij het omschakelen van b.v. een 1:3 rotatie met aardappels, suikerbieten, tarwe en uien naar een 1:6 rotatie met 50% granen of vlinderbloemigen en groenbemesters zal het een aantal jaren (ca. 1 cyclus) duren voordat een nieuw evenwicht is ontstaan.

### Effectiviteit

Verruimen van het bouwplan met granen en groenbemesters is zeer effectief, maar vraagt wel een periode van aanpassing en omschakeling. Uit modelberekeningen en praktijkervaringen blijkt dat een verruiming van het bouwplan op de langere termijn (10 jaar) een minder groot negatief effect heeft op het bedrijfssaldo dan vaak wordt gedacht.

### Tips en aandachtspunten

- Maak bij de keuze van een groenbemester gebruik van het Aaltjeschema.
- Inzaai na de oogst van granen moet zo vroeg mogelijk gebeuren (voor half september); alleen winterrogge kan nog later worden gezaaid. (Factsheet 21).
- Het effect van groenbemesters op N-beschikbaarheid is variabel. Meestal resulteert de toepassing ervan in een lichte daling van de benodigde N-bemesting in het volggewas.
- Werk stro of een groenbemester niet dieper in dan 20 cm! Er moet voldoende zuurstof bij kunnen voor de vertering. Bewerk het materiaal met een schijfveneg om inkuilen te voorkomen.
- Ondergewerkt materiaal met een hoge C/N verhouding (b.v. stro) is moeilijk afbreekbaar en onttrekt N ten koste van het volggewas. Een drijfmestgift kan dit compenseren.
- Bij het scheuren van grasklaver of luzerne komt veel stikstof vrij, ca. 200 kg per hectare. Houdt daar rekening mee bij de keuze van het volggewas.

### Kosten en baten

Economische winst voor de boer wordt behaald doordat een goed uitgedacht bouwplan met voldoende rustgewassen en groenbemesters, een bodemverbeterende maatregel is en leidt tot o.a. reductie in inkoop van (kunst)meststoffen en bestrijdingsmiddelen, maar ook tot meer stabiliteit. Op korte termijn kunnen de inkomsten dalen door een groter aandeel laag salderende gewassen.

### Meer informatie

- [www.aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl)
- [www.kennisakker.nl/teelthandleiding\\_groenbemesters](http://www.kennisakker.nl/teelthandleiding_groenbemesters), 2004.
- Bodemsignalen Roodbont B.V., Louis Bolk Instituut, 2007.
- Beknopte teeltwijzer luzerne. 2017. CLM en Naturim.
- Prins, U., M. Zanen, G.J. van der Burgt. 2004. Mestloze akkerbouw. Ekoland 12, 2004.
- Hospers-Brands, A.J.T.M., G.J.H.M. van der Burgt, L. Janmaat, 2015. Maalmeststoffen in bedrijfs- en ketenverband: Plantaardige meststoffen in de praktijk. 20 p.



## Verhoog bodem organische stof op het melkveehouderrijf (in een systeem met vruchtwisseling)

**Organische stof in de bodem is het kapitaal onder uw percelen. Investeren in organische stof betekent investeren in gewasopbrengst.**

Organische stof in de bodem is gunstig voor de levering van nutriënten, watervasthoudend vermogen, bodemleven, bodemstructuur en beïnvloedt daarmee uiteindelijk ook de gewasopbrengsten positief. Bijvoorbeeld één procent verhoging van organische stof in de laag 0-10 cm op onbemest grasland op zandgrond levert 1300 kg ds extra gras per hectare. Met het verhogen van het organische stofgehalte valt binnen de mestnormen dus winst te behalen en is positief voor waterkwaliteit en -kwantiteit.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productieoordeel <sup>1)</sup>	+ / ++	
Milieuoordeel <sup>1)</sup>	+	Verhoging watervasthoudend vermogen en vermindering uitspoeling.
Kosten <sup>2)</sup>	0 / +	De kosten zijn zeer beperkt. Inzaaien grasklaver in plaats van alleen gras in de vruchtwisseling met bouwland geeft meerkosten.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Er is een breed scala aan maatregelen op een melkveebedrijf die bijdragen aan een hoger organische stofgehalte in de bodem, maar uiteindelijk is het een optelsom van de aanvoer van effectieve organische stof (organische stof die een jaar na toediening nog aanwezig is) en afbraak van organische stof. In tabel 1 staan de belangrijkste maatregelen van aanvoer en afbraak voor gras- en bouwland weergegeven. De basismaatregelen is het landgebruik (binnen derogatie 60:20:20, zie ook factsheet 5); onder grasland blijft het organische stofgehalte behouden of bouwt het op. Onder bouwland loopt het terug.

Afbraak van organische stof kan verminderd worden door minder grondbewerking, bijvoorbeeld door leeftijd grasland te verhogen (zie ook factsheet 6) of niet-kerende grondbewerking op bouwland. Niet-kerende grondbewerking is met name ook interessant in de vruchtwisseling van gras, rode en witte klaver (3 jaar) met bouwland (3 jaar). Juist na gras of grasklaver beperkt niet-kerende grondbewerking de afbraak van organische stof. Ook is het belangrijk om te bekalken binnen het pH-streeftraject want bij overmatig bekalken wordt het bodemleven actiever en wordt er meer organische stof afgebroken.

Aanvoer van organische stof komt op een melkveebedrijf voor 60-75% uit gewasresten en wortels, waarvan een belangrijk aandeel uit grasland. Gewasresten op bouwland kunnen toenemen door te kiezen voor korrelmaïs of MKS. Daarnaast kunnen diepwortelende grassoorten als rietzwenkgras bijdragen aan een hogere organische stof aanvoer maar ook rassen Engelse raaigras en maïs met meer wortels. Na gewasresten en wortels komt de aanvoer van organisch stof uit mest. Last but not least kunnen groenbemesters bijdragen aan de organische stof. Kanttekening hierbij is dat de groene organische stof in een groenbemester relatief snel verteert en weinig bijdraagt aan de opbouw van organische stof. Onderzaai van een groenbemester onder maïs of op tijd na maïs een groenbemester zaaien, leidt tot meer biomassa en uiteindelijk meer organische stof.

Tabel 1: Set van maatregelen voor gras- en bouwland om organische stof te verhogen

<b>Basis landgebruik</b>	
60% blijvend grasland, 20% grasklaver in vruchtwisseling met 20% maïs	
<b>Grasland</b> Afbraak verminderen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leeftijd verhogen grasland</li> <li>• Bekalken binnen streeftraject</li> </ul> Aanvoer verhogen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemesting en mestsoorten</li> <li>• Beworteling: grassoorten en grasresten</li> <li>• Klaver en kruiden in grasland</li> <li>• Maaien en weiden</li> </ul>	<b>Bouwland</b> Afbraak verminderen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet kerende groundbewerking</li> <li>• Bekalken binnen streeftraject</li> </ul> Aanvoer verhogen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer gewasresten (korrelmaïs, MKS)</li> <li>• Maisrassen met meer wortels</li> <li>• Bemesting en mestsoorten</li> <li>• Groenbemesters</li> </ul>
<b>Agro-forestry</b>	

## Doel

Het doel is verhogen van organische stof voor meer opbrengst, het verbeteren van watervasthoudend vermogen van de grond en het verminderen van nitraatuitspoeling.

## Effect op waterkwaliteit

Door een verhoging van het organische stofgehalte in de bodem vindt er een buffering plaats van nutriënten. Deze nutriënten spoelen niet uit naar het oppervlaktewater maar blijven in de bodem, waar ze beschikbaar zijn voor het gewas.

## Effect op waterkwantiteit

Met name bij lage OS gehalten wordt bij een toename van het organische stofgehalte meer water vastgehouden en zorgt een betere bodemstructuur voor een betere waterinfiltratie, minder afspoeling en voorkomt verslemping.

## Effect op bodemkwaliteit

Meer organische stof betekent meer binding van nutriënten en water, beïnvloeding van de bodemstructuur en meer activiteit van het bodemleven.

## Reactietijd

Afhankelijk van de aanvoer is het verhogen van het organische stofgehalte een langzaam proces. De hoogste stijgingen worden over het algemeen gemeten bij grasland na bouwland waarin het eerste jaar 0,17% (zand) tot 0,21% (klei) organische stof in de laag 0-10 cm kan worden opgebouwd. Dit percentage vult langzaam af tot 0,11% (zand) tot 0,15% (klei) per jaar na 15 jaar grasland.

## Effectiviteit

Opbouw van organische stof kost tijd maar in grasland is het effect al binnen enkele jaren merkbaar.

## Specifieke aandachtspunten

- Grasland: meeste effectiviteit is te behalen met verlengen van de leeftijd van grasland (factsheet 6).
- Bouwland/maïs: meeste effectiviteit is te behalen door een combinatie van maatregelen zoals vruchtwisseling van gras, rode en witte klaver met bouwland (factsheet 5), niet-kerende groundbewerking, teelt van korrelmaïs of MKS i.p.v. snijmaïs, en inzet van compost

## Kosten en baten

Een verhoging van 1% organische stof op zandgrond leidt op onbemest grasland tot een extra opbrengst van 1300 kg droge stof per hectare of wel ( $x \in 0,11/\text{kg ds}$ ) 145 € per ha per jaar. Deze extra opbrengst uit organische stof komt uit een combinatie van nutriëntenlevering en vocht.

### Meer informatie

- Eekeren, N. van, J.G.C. Deru, N.J. Hoekstra, J. de Wit, 2018. Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven 2018-002 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 36 p.
- Eekeren, N. van, H. de Boer, M.C. Hanegraaf, J.G. Bokhorst, D. Nierop, J. Bloem, T. Schouten, R.G.M. de Goede, L. Brussaard, 2010. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry*. 42(9): 1491-1504.
- Schipper et al, 2015. Goede grond voor een duurzaam watersysteem – verdere verkenningen in de relatie tussen agrarisch bodembeheer, bodemkwaliteit en waterhuishouding. STOWA 2015-19. ISBN 978-90-5773-688-9.
- Wit, J. de, S. van de Goor, J. Pijlman, N.J.M. van Eekeren. 2018. Opbouw organische stof met blijvend grasland. *V-focus*, p. 32-34
- Website Kennisakker. Subpagina Teelthandleiding groenbemesters.



## Inzet van compost en organische mest

**Organische stof heeft een positieve invloed op het bodemleven, de levering van nutriënten, de bodemstructuur en de vochtlevering.**

Toedienen van organisch materiaal is nodig om het organische stofgehalte in de bodem op peil te houden. Organisch materiaal wordt door het bodemleven afgebroken tot stabiele, onverteerbare resten (humus) en nutriënten zoals N, P en K. De snelheid van dit proces hangt o.a. af van het type organisch materiaal, de temperatuur en het vochtgehalte van de bodem. Het opbouwen van het organische stofgehalte is een langzaam proces en vraagt om een lange termijn strategie waarbij, naast de inzet van compost en organische meststoffen, ook gedacht moet worden over keuzes in het bouwplan, groenbemesters en grondbewerking.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+	Verhoging van OS is gunstig voor de bodemkwaliteit en de gewasopbrengsten.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	0/+	Compost is hergebruik van bestaand organisch materiaal. Koolstof blijft behouden.  Compost en organische mest zijn weinig uitspoelingsgevoelig.
Kosten <sup>2)</sup>	+	Rendabel indien de Inzet leidt tot hogere opbrengsten van rooigewassen of een stabiel systeem.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Voor het op peil houden of verbeteren van de bodemvruchtbaarheid is een regelmatige aanvoer van organische stof van groot belang. De aanvoer van organische stof moet minimaal gelijk zijn aan de afbraak. U kunt via een organische stof balans eenvoudig berekenen hoeveel organische stof er nodig is op uw bedrijf om achteruitgang te voorkomen. Uit langjarig onderzoek blijkt dat de beste resultaten kunnen worden behaald met meststoffen die zowel op voeding van het gewas alsook op de opbouw van de bodem zijn gericht: een bouwplan met b.v. 50% groencompost en 50% rundveedrijfmest kan het bodemorganische stofgehalte binnen 10 jaar verhogen met 0,5% op zand en 0,8% op klei.

EOS\* en NPK aanvoer: vergelijking van aantal producten bij aanvoer van 15 ton/ha.

15 ton per ha	Effectieve OS	Stikstof (N)	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kalium (K <sub>2</sub> O)
GFT compost	2900	14 **	36 **	113
Vaste rundermest	1600	38	48	62
Runderdrijfmest	800	36	23	18
Varkendrijfmest	400	77	57	23

\* EOS: Effectieve organische stof. Dit is de hoeveelheid organische stof die na 1 jaar nog in de grond aanwezig is.

\*\* 10% van 135 kg N, 50% van 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## Doel

Het doel van de aanvoer van organisch materiaal in de vorm van compost of organische mest is het op peil houden van het organische stofgehalte van de bodem. Dit is belangrijk voor een stabiele bodemstructuur, een gezond en actief bodemleven dat zorgt voor het vrijkomen van nutriënten en een goede doorlatendheid voor water en lucht.



## Effect op de bodemkwaliteit

Organische stof heeft een directe invloed op de bodemstructuur doordat het bodemdeeltjes aan elkaar bindt. Daardoor ontstaat een kruimelstructuur die minder gevoelig is voor verdichting, beter vocht opneemt, goed draineert (infiltratie), goed doorwortelbaar en bewerkbaar is. Doordat organische stof lichter is dan zanddeeltjes is de dichtheid van de zandgrond direct gerelateerd aan het organische stof gehalte. Door de negatieve lading houdt organische stof positief geladen voedingsstoffen (Na+, K+, Mg2+) beter vast. Deze zogenaamde uitwisselingscapaciteit (CEC) is vooral van belang in zandgronden. Op kleigronden verbetert organische stof de verkruijmelbaarheid van de grond. Op lichte zavelgronden kan organische stof ook interne slomp beperken.

## Effect op de waterkwaliteit en -kwantiteit

Organische stof kan tot 20 keer zijn eigen gewicht aan water opnemen. Daardoor speelt organische stof een belangrijke rol in de vochtinhouding. Vooral op zandgronden is die functie belangrijk. Als vuistregel geldt: 1% verhoging van organische stof houdt gemiddeld 7 mm (zand) tot 9 mm (klei) meer water vast in de bouwvoor. Via stimulering van het bodemleven zorgt compost voor meer en grotere poriën en stabiliteit van de bodemdeeltjes. De humus laat bodemdeeltjes beter aan elkaar kitten en dit versterkt de sponswerking van de bodem.

## Effectiviteit

De inzet van compost en organische mest is een bewezen maatregel voor verbetering van de bodemkwaliteit en de waterhuishouding. Het betekent ook meer voedsel voor bodemdierpjes en dus meer biodiversiteit. Het rendement hangt af van uw doelen en de situatie bij u op het bedrijf. Hoeveel effectieve organische stof heeft uw grond nodig? Welk effect heeft dit op de bodemweerbaarheid bij natte en droge perioden of bij voorkoming van ziekten? Hoeveel kalium heeft u nodig? Hoeveel andere voedingsstoffen en sporenelementen? Uit onderzoek blijkt dat de aanvoer van compost en/of vaste mest vooral een gunstig effect kan hebben op de opbrengst van rooigewassen zoals aardappel.

## Tips & aandachtspunten

- Wettelijk telt 50% van de fosfaat ( $P_2O_5$ ) en 10% van de stikstof (N) uit compost mee voor de mestboekhouding.
- Groencompost bevat over het algemeen wat minder stikstof en fosfaat dan GFT compost en is makkelijker schoon te produceren.
- De grote variatie aan uitgangsmaterialen en compostingsomstandigheden zorgen ervoor dat de samenstelling en de eigenschappen van compost, en dus ook de compostkwaliteit en waarde, heel variabel zijn.
- In 2017 werd in Nederland ca. 1,8 miljoen ton compost geproduceerd. Het grootste deel daarvan wordt afgezet in de akker- en tuinbouw en de boomteelt.

## Kosten en baten

De kostenpost van organische stof is vrij eenvoudig en wordt bepaald door de marktprijzen plus de kosten van het uitrijden en eventueel inwerken. Om de batenpost in euro's uit te drukken is minder eenvoudig. Qua mineralenlevering is de rekensom snel te maken, maar de effecten op een betere vochtinhouding, minder uitspoeling van nutriënten en een betere bodemstructuur zijn moeilijk kwantitatief te maken. Positieve effecten van compost zijn vooral te verwachten op schralere gronden.

Via een quick-and-dirty berekening op basis van het project Bodemkwaliteit op Zandgrond, geeft PPO aan dat een kilo effectieve organische stof per hectare bouwland ca. een euro mag kosten. Compost bevat meer dan 100 kg effectieve organische stof per ton en daarmee is de eigenlijke waarde meer dan 100 euro per ton. Uit modelberekeningen van het Louis Bolk Instituut blijkt dat het gebruik van GFT-compost naast drijfmest en aanvullend kunstmest op een gemiddeld akkerbouwbedrijf in Zuid Nederland



resulteert in een positief saldo van gemiddeld €55,-/ha ten opzichte van een situatie waarin alleen de maximaal toegelaten hoeveelheid drijfmest en kunstmest wordt gebruikt. Uit recent PPO onderzoek in Valthermond blijkt dat jaarlijkse toediening van 15 t/ha gft-compost leidt tot een hogere suikeropbrengst en een positief saldo van gemiddeld €40,-/ha.

### **Nadere informatie**

- Organische stofbalans zie: [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl) of <https://www.os-balans.nl/>
- Zwart, K, A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen, G.J. van der Burgt. 2013. Tien vragen en antwoorden over organische stof. Productschap Akkerbouw. Zie ook: [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl).
- Wit, J. de., 2013. Bedrijfseconomische effecten van verhoging van het bodemorganische stofgehalte. Louis Bolk Instituut. Publicatienr. 2013-005 LbD.
- [www.beterbodembeheer.nl/positief-effect-compost-op-suikeropbrengst](http://www.beterbodembeheer.nl/positief-effect-compost-op-suikeropbrengst)



## Zaai een goed vanggewas

**Door een vanggewas of groenbemester onder of na het maïsgewas te zaaien worden nutriënten en met name stikstof vastgelegd. Deze komen het jaar daarop weer beschikbaar voor het volggewas. Daarnaast levert een vanggewas organische stof, zijn de wortels goed voor de bodemstructuur en voorkomt het erosie.**

Het land na de oogst braak laten liggen is niet goed voor de bodem en leidt tot uitspoeling van stikstof en andere nutriënten naar het oppervlakte- en grondwater. Verlies van nutriënten is slecht voor uw portemonnee en de waterkwaliteit. Zaai daarom een vanggewas of groenbemester onder of na het maïsgewas. Het vanggewas dient voor 1 april ingewerkt te worden om opbrengstreductie te vermijden.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+	Een vanggewas voorkomt verlies van nutriënten
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	+	Minder nitraatuitspoeling uit de maïs
Kosten <sup>2)</sup>	0/+	Aan het inzaaien en onderwerken van een vanggewas zijn kosten verbonden.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Een goed ontwikkeld vanggewas of groenbemester legt stikstof vast die nog vrijkomt nadat de maïs geen N meer opneemt. Zo neemt de uitspoeling van stikstof naar het grondwater af. De vastgelegde stikstof geeft vervolgens weer een besparing op de bemesting voor het volgende seizoen. Daarnaast draagt een vanggewas of groenbemester bij aan de aanvoer van organische stof en behoud van de bodemstructuur.

**Na de oogst een groenbemester zaaien.** Om een goed ontwikkeld vanggewas of groenbemester bij zaai na de oogst te krijgen moet de maïs op tijd, rond begin september, geoogst worden zodat het vanggewas op tijd gezaaid kan worden. Kies daarom voor een vroeg rijpend maïsras. De meest gebruikte vanggewassen die na de maïsoogst gezaaid worden zijn Italiaans raaigras en winterrogge. Beide zijn wat boven- en ondergrondse productie vergelijkbaar. Een voordeel van winterrogge is dat de groei van dit gewas in het voorjaar makkelijker mechanisch is te controleren dan van Italiaans raaigras. Bij goede en tijdige bewerking is spuiten met glyfosaat niet nodig.

#### Een groenbemester onderzaaien

Door een vanggewas onder te zaaien creëer je een voorsprong ten opzichte van het zaaien na de oogst. Bij onderzaai kan daarom een week tot 10 dagen later gehakseld worden in vergelijking tot een groenbemester die pas na de oogst gezaaid wordt. Ook dan ligt het oogsttijdstip vroeger dan menigeen gewend is. Dat is ook noodzakelijk, want gras wat tussen de maïs staat ontwikkeld zich pas echt als de maïs er af is. Er zijn twee manieren om een vanggewas 'onder' te zaaien:

1. Italiaans raaigras tussen de maïs zaaien als de maïs ongeveer kniehoogte heeft. Hierbij wordt vaak een schffel met een daarop gemonteerde zaaimachine gebruikt. Eventuele nakiemers van onkruiden worden dan gelijktijdig met het zaaien van het vanggewas aangepakt. Bij onderzaai van Italiaans raaigras is 15-20 kg/ha zaaizaad nodig.
2. Sinds een aantal jaren zijn er mengsels met rietzwenk (o.a. Proterra) op de markt die omstreeks dezelfde tijd als de maïs gezaaid kan worden. Van dit mengsel is 15-20 kg/ha zaaizaad nodig. Dit gewas wordt volvelds gezaaid, wat zorgt voor een gelijkmatige stand van het vanggewas ten opzichte van het onderzaaien in juni. Het mengsel kan ook gezaaid worden gelijktijdig met het wieden. Dit vindt dan een aantal dagen na het zaaien van de maïs plaats. Deze methode heeft als voordeel dat, naast het zaaien van het vanggewas, ook onkruidbestrijding plaats vindt.

Bij grasonderzaai in maïs is de onkruidbestrijding een aandachtspunt. Als het plan is om Italiaans raaigras onder te gaan zaaien, kan men het beste de bodemherbiciden uit de cocktail weglaten. Het kiemen van het graszaad wordt dan niet onnodig geremd. Daarnaast wordt door het schoffelen de filmlaag die de bodemherbicide vormt toch verbroken en is de toegevoegde waarde van de bodemherbicide klein. Daarnaast pak je met het schoffelen ook een deel van de nakiezers aan en is de noodzaak van een bodemherbicide dus ook kleiner. Bij de onderzaai van rietzwem moet rekening gehouden worden met de dosering van de grassenmiddelen in maïs. Hierbij moet gestuurd worden op een goede concurrentieverhouding tussen maïs en gras. Als de maïs zich goed ontwikkelt en snel groeit moet men zeer terughoudend zijn met het gebruik van grassenmiddelen om te voorkomen dat het rietzwem wordt doodgespoten. In een ongunstig voorjaar voor de maïs, waarbij de maïs traag ontwikkelt en het gras rustig doorgroeit zal er juist een grassenmiddel in aangepaste dosering moeten worden toegepast om te voorkomen dat het rietzwem de maïs gaat beconcurreren.

### **Doel**

Het doel van een vanggewas na het hoofdgewas is in eerste instantie om de nutriënten vast te leggen die nog in de bodem zitten en potentieel kunnen uitspoelen. Daarnaast dient een vanggewas als groenbemester doordat nutriënten uit het vanggewas weer vrijkomen en de aanvoer van organische stof en wortels de bodem verbetert.

### **Effect op waterkwaliteit**

Een groeiend (vang)gewas vermindert de uitspoeling van nitraat omdat de stikstof door het gewas wordt opgenomen. Doordat de groei van Italiaans raaigras als vanggewas in het voorjaar moeilijk mechanisch is te controleren, wordt het vaak met glyfosaat doodgespoten. Dit heeft mogelijk een negatief effect op waterkwaliteit. Winterrogge als vanggewas is makkelijker mechanisch te controleren bijvoorbeeld met een cultivator.

### **Effect op waterkwantiteit**

Een belangrijk effect van een vanggewas op waterkwantiteit is de verdamping door het gewas in het voorjaar. Vooral op droogtegevoelige gronden kan een zich sterk in het voorjaar ontwikkelend gewas ten koste gaan van de waterbeschikbaarheid van het volggewas. Dit is ook de reden om een vanggewas voor 1 april onder te werken.

### **Effect op bodemkwaliteit**

De bodemvruchtbaarheid verbeterd door behoud van nutriënten en de achterblijvende organische stof uit bovengrondse en ondergrondse biomassa. De wortels van een vanggewas en groenbemester hebben een gunstige invloed op de bodemstructuur.

### **Reactietijd**

De reactietijd is snel. Zodra het vanggewas begint te groeien, neemt de nitraatophoping in de bodem af doordat het gewas de stikstof opneemt.

### **Effectiviteit**

Het gebruik van een vanggewas is een effectieve methode om uitspoeling te beperken. De effectiviteit is het hoogst als het vanggewas zo vroeg mogelijk in het jaar wordt gezaaid. Kies daarom voor een vroeg afrijpend maïsgewas dan heeft de groenbemester meer kans. Er is een vuistregel: elke dag na 1 oktober kost 40 kg ds groei per ha per dag.

### **Tips en aandachtspunten**

- Voor een succesvolle teelt van het vanggewas is het belangrijk om zo snel mogelijk na de maïsoogst te zaaien.
- Het vroeg zaaien van het vanggewas geeft de grootste effectiviteit. Een vroeg afrijpend maïsgewas zou overwogen kunnen worden om het vanggewas optimaal te laten groeien.
- Het vanggewas moet in ieder geval tot 1 februari blijven staan, maar moet idealiter voor 1 april zijn ingewerkt om vochtverlies voor het volggewas te beperken.
- Kies een niet vorstgevoelig vanggewas.
- Gebruik bij onderzaai liever geen bestrijdingsmiddel met bodemwerking en doe dat zeker niet later dan drie weken voor het zaaien van een onderzaai.

### **Kosten en baten**

Onder kosten, wordt hier verstaan de meerkosten ten opzichte van de kosten bij het voldoen aan de wettelijke vereisten. Op zandgrond is bij het 'gewoon goed uitvoeren van de wettelijke vereisten' geen sprake van meerkosten. Op kleigrond is dat anders. Kosten zitten vooral in aanschaf van zaaizaad voor het vanggewas, kosten voor het inzaaien en kosten voor onderwerken. Totale kosten zijn 100-250 € per ha. De baten zijn behoud en of verbetering van de bodemkwaliteit en het productievermogen, plus een besparing op de bemesting van N en K. In totaal zijn de opbrengsten 200-350 € per ha.

### **Meer informatie**

Haan, J. de, 2015. Vanggewas na mais ook goed voor de boer. Gaat u meer aandacht aan uw groenbemester besteden? Themadag CBGV, 2015.



## Bodembedekking

**Het percentage bodembedekking (aantal dagen van het jaar dat de grond bedekt is met een gewas) is een goede indicator voor de duurzaamheid van het bodembeheer.**

Een bodem die bedekt is met een gewas is minder kwetsbaar voor weersinvloeden zoals extreme neerslag, droogte, UV straling of stuiven door wind. Dankzij bedekking van de bodem is er minder kans op veronkruiding, is er voedselaanbod voor het bodemleven, vinden insecten een habitat en gaat er geen grond of organische stof verloren door afspoeling of stuiven. Beproefde maatregelen voor een maximale bodembedekking zijn het onderzaaien van klaver in graan, het gemengd telen van gewassen zoals tarwe en veldboon en natuurlijk de teelt van groenbemesters c.q. vanggewassen.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+/-	Bodembedekkers zijn over het algemeen gunstig voor de opbrengst van het volggewas.  Let op: op zandgrond kunnen groenbemesters leiden tot vermeerdering van plant parasitaire aaltjes.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Minder kans op verlies van nutriënten door uit- en afspoeling.
Kosten <sup>2)</sup>	0/+	Sterk afhankelijk van de specifieke maatregel.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregelen

Onderzaai van klaver zorgt voor extra bodembedekking en een aansluitend gewas na de hoofdteelt. Klaver bindt stikstof uit de lucht, het verbetert de bodemstructuur, verhoogt het organische stofgehalte en het onderdrukt onkruiden. Een in zomertarwe gezaaide klaver weet zich in het algemeen goed in de stoppel te ontwikkelen. Witte klaver kan al vroeg worden ingezaaid, direct na de laatste mechanische onkruidbestrijding. Voor onderzaai van witte klaver is ca. 6 kg/ha voldoende. Voor inzaai van rode klaver geldt de vuistregel dat de tweede knoop van het graangewas voelbaar moet zijn. De rode klaver kent namelijk een fors snellere ontwikkeling dan witte klaver. Voor onderzaai is 7 á 8 kg/ha voldoende. Een goed ontwikkeld klavergewas levert 60 – 80 kg/ha stikstof op voor het volggewas. Ten opzichte van stikstof uit andere bemestingsbronnen worden de zaadkosten dan ruimschoots vergoed.

Ook mengteelten zorgen voor meer bodembedekking, een efficiënter gebruik van water en meststoffen en een grotere weerbaarheid bij sterk wisselende klimaatomstandigheden. Beproefde combinaties zijn veldboon-tarwe (zie afbeelding), droge erwt-gerst. Voor de akkerbouw zijn in Nederland nog weinig systemen in gebruik, maar zijn wel nieuwe systemen in ontwikkeling.



De teelt van vanggewassen na het hoofdgewas kan leiden tot minder uitspoeling van nutriënten, minder input van (kunst)mest, een toename van het bodemleven (let op: soms kunnen ook ongewenste organismen gestimuleerd worden!), vermindering van erosie en verbetering van de bodemstructuur.

Bladrammenas en Gele mosterd worden het meest ingezet als vanggewas, ook vanwege hun effect op de bodemgezondheid (resistentie tegen aaltjes). De bijdrage van deze gewassen aan de opbouw van organische stof en bodemstructuur is echter beperkt. Diepwortelende gewassen zoals Engels- en

Italiaans raaigras of (Japanse) haver verdienen de voorkeur indien mogelijk (Factsheet 18). Bodembedekking is ook een belangrijke maatregel tegen stuiven (o.a. in de Veenkoloniën). In de praktijk is gebleken dat het inzaaien van zomergerst voor het zaaien van bieten of aardappel een goede methode is om stuiven te voorkomen.

### Doel

Doel is om de bodem zo veel mogelijk bedekt te houden met een gewas. Dit beschermt de bodem, voedt het bodemleven, verbetert de bodemstructuur en voorkomt verlies van nutriënten.

### Effect op waterkwaliteit en -kwantiteit

Door bodembedekking is de waterinfiltratie hoger en vindt minder afspoeling plaats van grond en nutriënten. Daarnaast worden nutriënten die beschikbaar zijn, bij een permanente gewasbedekking opgenomen en kunnen minder snel uitspoelen.

Doorgaans leidt het regelmatig toepassen van bodembedekking tot een hogere waterdoorlaatbaarheid (porositeit) en een groter waterbergend vermogen dankzij beworteling, organische stofopbouw en effecten op bodemstructuur.

### Effect op de bodemkwaliteit

Het zoveel mogelijk bedekt houden van de bodem beschermt de bodem tegen (extreme) weersinvloeden, verhoogt het organische stofgehalte en is gunstig voor het bodemleven. De bodemstructuur en de benutting van nutriënten verbetert.

### Effectiviteit

Bedekking van de bodem is een bewezen maatregel voor verbetering van de bodemkwaliteit en de waterhuishouding. De effectiviteit hangt af van de specifieke maatregelen.

### Tips en aandachtspunten

- Bij onderzaai van een bodembedekker in de hoofdteelt, kan de bedekker te hoog opgroeien. Meestal heeft dit te maken met een foute gewaskeuze/combinatie of te vroeg inzaaien van de bodembedekker. Stem de keuze van de onderzaai af op het inzaai tijdstip, het soort graan en de stand van het gewas.
- Bij een droog voorjaar kan een onderzaai van klaver nog wel eens mislukken.
- Knelpunten voor de introductie van mengteelten zijn o.a. beperkt aanbod van rassen en wat er is ontwikkeld voor monocultuur, teelttechniek en mechanisatie.
- Vroege teelten (zoals pootgoed) laten meer ruimte voor een bodembedekker nadien. Ook bij de rassenkeuze kan daar rekening mee worden gehouden. Om het risico van opslag na een groenbemester te verkleinen; kies een vorstgevoelige groenbemester of bemest niet te rijk en klepel de groenbemester eind oktober flink kort.
- Maak bij de keuze van vanggewassen gebruik van het Aaltjesschema. Indien er problemen zijn met plantparasitaire aaltjes kies dan voor gele mosterd, bladrammenas, Tagetes of Japanse haver. De keuze is afhankelijk van de soort(en) aaltjes waarmee de bodem besmet is.

### Kosten en baten

Economische winst voor de boer wordt behaald doordat een goed uitgevoerde bodembedekking een bodemverbeterende maatregel is en leidt tot reductie van inkoop van (kunst)meststoffen en bestrijdingsmiddelen.

### Meer informatie

- [www.aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl)
- Prins, U., J. de Wit, E. Heeres, 2004. Handboek Koppelbedrijven: Samen werken aan een zelfstandige, regionale, biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 112 p.
- Prins, U. 2007. Peulvruchten voor krachtvoer: Krachtvoereiwit voor melkkoeien, melkgeiten, kippen en varkens. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 76 p.
- [www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Minder-ziekten-en-hogere-opbrengsten-182729E](http://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Minder-ziekten-en-hogere-opbrengsten-182729E)



## Spaar mest uit in maïs op scheurland

**Gebruik geen mest in maïs die geteeld wordt op ondergeploegde graszode (scheurland) en breng de uitgespaarde mest tot waarde op grasland.**

Maïs die wordt geteeld op ondergeploegde graszode (scheurland) groeit uitstekend op de nutriënten die nageleverd worden uit de graszode en heeft daarom geen bemesting nodig. Als deze maïs toch bemest wordt, levert dat geen winst op maar wel een verlies. Het aanbod van nutriënten wordt dan groter dan de maïs goed kan benutten. Het gevolg is onnodig hoge uitspoeling naar grondwater. De uitgespaarde mest komt beter tot waarde op grasland. Breng daar dus de op scheurland uitgespaarde mest naartoe.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	++	De in maïs uitgespaarde mest levert in gras een hogere opbrengst en een betere kwaliteit.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Minder nitraatuitspoeling uit de maïs.
Kosten <sup>2)</sup>	0	Deze maatregel kost geen geld.

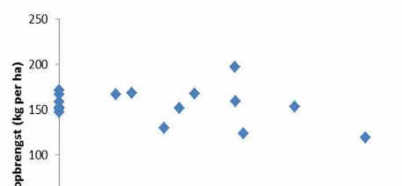
<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Als maïs wordt geteeld na grasland, waarbij het gras volledig is ondergeploegd, voorziet de stikstof die vrijkomt uit de graszode volledig in de behoefte van maïs. De opbrengst van bemeste maïs op scheurland is dan ook niet hoger dan die van niet bemeste maïs (Figuur 1). Stikstof die toch gegeven is, wordt dus niet benut, maar gaat grotendeels verloren en had uitgespaard kunnen worden in de maïs.

De in maïs uitgespaarde mest kan worden toegediend in grasland. Gras is een stikstofbehoefstig gewas. Op veel melkveebedrijven is door generieke gebruiksnormen sprake van een relatief gebrek aan stikstof in grasland. Door de in maïs uitgespaarde mest in te zetten in grasland, verhoogt deze maatregel de grasopbrengst en - kwaliteit. Ervan uitgaande dat de stikstof een werking heeft van 70%, levert de extra bemesting in gras ongeveer  $0,7 \times 15$  kg ds per kg extra gegeven stikstof op. Een kg N in drijfmest levert dus ongeveer 10 kg ds gras extra op. Als een mestgift op een hectare maïs op scheurland van 25 m<sup>3</sup> met een gehalte van 3,6 kg N per m<sup>3</sup> wordt uitgespaard en wordt toegepast op grasland, levert dat een meeropbrengst in gras op van 945 kg droge stof.



Figuur 1. Opbrengst van maïs op scheurland bij verschillende niveaus van bemesting (bron: Proefbedrijf voor duurzame melkveehouderij de Marke).

### Doel

Het doel van deze maatregel is om uitspoeling van nitraat in de maïsteelt te beperken zonder dat dit de maïsoopbrengst schaadt en om de nutriëntenbenutting op uw bedrijf te verhogen.

### Effect op waterkwaliteit

De N die toch naar eerstejaars maïs wordt gebracht (in het voorbeeld hierboven 90 kg per ha) kan volledig als verloren worden beschouwd. Op droge zandgrond spoelt zeker de helft hiervan uit met als gevolg een toename van het nitraatgehalte in grondwater met 60 mg per liter. Door mest niet te brengen naar maïs op scheurland wordt dit voorkomen.

### Effect op waterkwantiteit

De maatregel heeft geen effect op de waterkwantiteit.

### Effect op bodemkwaliteit

De maatregel heeft geen effect op de bodemkwaliteit.

### Reactietijd

Deze maatregel heeft binnen een tot drie jaar effect op de nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater. Er zijn geen effecten te verwachten in de maïs (opbrengt en kwaliteit). De mest die op maïs is uitgespaard en op grasland is toegepast, zal in hetzelfde groeiseizoen nog effect hebben op de graskwantiteit en -kwaliteit.

### Effectiviteit

- Deze maatregel is effectief in alle situaties waarbij gras wordt afgewisseld met maïs. Dit komt veel voor op melkveebedrijven, veel minder op akkerbouwbedrijven en niet in andere open teelten. De maatregel is effectief op alle bodemtypes, maar is op een veel minder relevant omdat maïsteelt daar nauwelijks een rol speelt en meestal af te raden is. Het voorkomen van een te hoog stikstofaanbod in de maïs is vooral van belang op droge zandgronden die gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling.
- Hoe hoger de nalevering uit de graszode, hoe effectiever het weglaten van de bemesting. De nalevering neemt toe naarmate de graslandfase langer heeft geduurd. Voor volledig weglaten van de bemesting moet de voorgaande graslandfase 3 jaar hebben geduurd.
- Onder omstandigheden die ongunstig zijn voor een hoge maïsoopbrengst, is de stikstofbehoefte van maïs lager dan onder gunstige groeiomstandigheden. Daardoor is op percelen met een opbrengstverwachting van bijvoorbeeld 14 ton droge stof per ha, eerder sprake van een te hoog stikstofaanbod dan op percelen met een opbrengstverwachting van 18 ton droge stof per ha.

### Tips en aandachtspunten

- Op tijd vernietigen van de graszode is essentieel voor het slagen van deze maatregel. Maak de zode begin tot half maart, ruim voor het zaaien van maïs, kapot om de nutriënten uit de zode tijdig te laten vrijkomen. Als dit goed is uitgevoerd, is doodspuiten van de zode onnodig. Op percelen met weinig draagkracht is tijdig kapotmaken van de zode problematisch en wordt gras vaak doodgespoten. Als het niet noodzakelijk is om de zode dood te spuiten, heeft mechanische destructie de voorkeur. Doodspuiten is niet zonder risico's voor het grondwater.
- Als geen drijfmest gegeven wordt, kan het wel nodig zijn om kali, zwavel of borium te geven. Houdt dus de voorziening van deze nutriënten in de gaten.
- Bij nul-bemesting in maïs op scheurland is het telen van een goed vanggewas nog steeds wenselijk.
- In de op deze wijze uitgevoerde maïsteelt is de fosfaat onttrekking met maïs lager dan de aanvoer met mest. Dat kan worden gecorrigeerd in een fase van fosfaatverrijking in het volgende grasland.
- Het weglaten van mest in maïs op scheurland kost geen opbrengst bij een graslandfase van drie jaar of meer. Bij een graslandfase is bemesting wel raadzaam. Hierbij kunt u afgaan op het advies van CBGV.

### Kosten en baten

Het weglaten van de bemesting spaart een handeling in de maïs uit en de extra bemesting in gras levert geen extra handeling op. De verwachte meeropbrengst in gras (zie rekenvoorbeeld onder 'De maatregel' met uitsparing van 25 m<sup>3</sup> met een gehalte van 3,6 kg N per m<sup>3</sup>) vertegenwoordigt een waarde van 95 € per ha maïs (de uitgespaarde handeling in maïs niet meegerekend).

### Meer informatie

- Het weglaten van bemesting in maïs op scheurland wordt al tientallen jaren met succes toegepast op Proefbedrijf De Marke. Ook in praktijkprojecten Vruchtbare Kringloop Achterhoek en Boeren voor Drinkwater Overijssel, zijn er goede ervaringen met deze praktijk.
- [https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/wp-content/uploads/2018/03/rapportage-n\\_min-bodem-ma%3%afs.pdf](https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/wp-content/uploads/2018/03/rapportage-n_min-bodem-ma%3%afs.pdf)
- <https://www.koeienkansen.nl/nl/Verantwoorde-Veehouderij-2/show-5/Mest-verdelen-de-sleutel-bij-lagere-bemestingsnormen.htm>





## Verdun drijfmest bij uitrijden

**Verdunnen van dierlijke mest is een goede maatregel om de ammoniakemissie terug te dringen. Onder natte omstandigheden moet echter goed opgelet worden dat het extra water niet meer afspoeling van mest veroorzaakt.**

Verdunnen van mest gaat ammoniakemissie tegen en kan, als het goed wordt uitgevoerd, het risico op afspoeling van mest doen afnemen. Deze maatregel laat zich goed combineren met mestaanwending met de sleepvoet waarbij mest met sleepslangen wordt aangevoerd maar is ook uitvoerbaar met de zodenbemester. Voor een effectieve toepassing moet mest ook in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> snede grasland verdund worden. In deze snedes is bemesten met sleepslangenaanvoer lastiger dan in de 1<sup>e</sup> snede. Ook percelen op afstand van de mestopslag bemoeilijken de uitvoering.

### Samenvatting

	Waardering	Toelichting
Productievoordeel <sup>1)</sup>	+	De opbrengst van gras lijkt gunstig beïnvloed te worden door verdunnen. Bijkomend voordeel is minder besmeuring van gras.
Milieuvoordeel <sup>1)</sup>	++	Minder ammoniakemissie en iets lagere afspoeling resulteren in een lagere belasting van het milieu met stikstof.
Kosten <sup>2)</sup>	+	Kosten houden verband met hogere volumes bij mestaanwending en zijn afhankelijk van de verdunningsgraad.

<sup>1)</sup> -- = sterk negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = sterk positief

<sup>2)</sup> 0 = geen, + = beperkt, ++ = aanzienlijk, +++ = hoog

### De maatregel

Verdunde mest dringt beter en sneller door in de graszode en de bodem. Hierdoor wordt in de eerste plaats de ammoniakvervluchtiging beperkt. De mestbenutting en de stikstofefficiëntie nemen daardoor toe. Snelle indringing van mest in de bodem is ook gunstig voor het verminderen van afspoeling van mest. Minder ammoniakemissie en minder afspoeling zijn beiden gunstig voor de waterkwaliteit. Een verdunning van twee delen mest op één deel water (2 op 1) is al voldoende om ammoniakemissie te verlagen. In de 1<sup>e</sup> snede is een sterkere verdunning af te raden omdat de bodem dan vaak nog verzadigd is met water. Bij sterk verdunde mest kan het extra water in combinatie met een regenbui het risico voor afspoeling verhogen. Bijkomend voordeel van verdunnen is dat de mest makkelijker is te verpompen. Enkele proeven geven aan dat de meerkosten voor het 'uitrijden van water' worden goedge maakt door een hogere grasopbrengst.

### Doel

Het primaire doel van mest verdunnen is het beperken van ammoniakemissie en vergroten van de benutting van de mest. Daarnaast verwachten we een gunstig effect op afspoeling van dierlijke mest.

### Effect op waterkwaliteit

Het effect op de waterkwaliteit is gunstig omdat de belasting door atmosferische depositie van ammoniak en door afspoeling afneemt. Het effect op afspoeling is nog niet goed gekwantificeerd. Dit gunstige effect zal teniet gedaan worden als met teveel water wordt verdund op te natte grond (zie hierboven).

### Effect op waterkwantiteit

Deze maatregel heeft geen noemenswaardige effect op waterkwantiteit. Bij verdunning van 2 delen mest op 1 deel water wordt nog maar ongeveer 1 mm water op het land gebracht, wat niet veel is ten opzichte van neerslag.

## Effect op bodemkwaliteit

Wanneer het verdunnen van mest in combinatie met sleepvoeten wordt erkend als emissiearme toedieningsmethode, wordt hiermee de verplichting tot zodenbemesting (injectie) voorkomen. Dat is gunstig voor de kwaliteit van de graszode en de bovengrond. Dit speelt met name op veengronden, waar hiermee extra afbraak van veen wordt voorkomen. Ook op zandgronden komt verdunnen van mest met water in gebruik, waarbij mest aangevoerd wordt met sleepslangen. Bij deze aanpak wordt het land minder zwaar belast doordat niet met een zware mesttank over het land gereden wordt. Dit betekent dat het risico op bodemverdichting afneemt.

## Reactietijd

Deze maatregel heeft direct effect op ammoniakemissie en op afspoeling van mest.

## Effectiviteit

Wanneer sleepvoeten de voorkeur verdienen boven zodenbemesten, zoals op de meeste veengronden, heeft het verdunnen een grotere meerwaarde omdat dan de emissie (30,5%; Huijsmans en Goedhart, 2018) door verdunnen kan worden teruggebracht tot op het niveau van een zodenbemester (19%, Huijsmans en Schils, 2009). Vermoedelijk vermindert verdunnen van mest ook bij zodebemesting op klei- en zandgronden het risico van afspoeling en ammoniakemissie. Het effect van verdunnen op ammoniakemissie is kleiner bij zodenbemesten omdat de emissie daar sowieso al lager is.

## Geschiktheid voor andere teelten

Mest verdunnen is als maatregel alleen relevant voor grasland, op bouwland zijn goede alternatieven in de vorm van injectie en direct onderwerken.

## Tips en aandachtspunten

- In de meeste gebieden waar vanwege draagkrachtproblemen sleepvoeten en dus ook verdunnen van mest de voorkeur verdienen, is voldoende water beschikbaar.
- Op sommige bedrijven wordt ook erf- of spoelwater benut voor het verdunnen van mest. Vaak worden (half)lege mestkelders gebruikt voor het mengen met water. Zo kunnen dus ook problemen met afspoeling van erfwater opgelost worden.
- Het verdunnen van mest met water wordt vaak gecombineerd met sleepslangenaanvoer. Bedrijven met percelen op afstand zijn wat verkaveling betreft minder gunstig voor sleepslangenaanvoer.
- Om de ammoniakemissie effectief tegen te gaan, is het vooral ook relevant om de mest bij aanwending voor de tweede en derde snede te verdunnen omdat de temperatuur en daardoor de ammoniakemissie dan hoger is. Dit is op bedrijven die beweiden vaak een uitdaging. Deze bedrijven hebben groeitrappen in grasland zodat niet ineens alle grasland bemest kan worden. Aanwending van mest met sleepslangenaanvoer is dan relatief bewerkelijk omdat de loonwerker dan voor kleine oppervlakten graslandbemesting naar het bedrijf moet komen.
- Maak goede afspraken met de loonwerker over de mate van verdunning en houd in de gaten dat de beloofde verdunning ook werkelijk wordt bereikt.

## Kosten en baten

Directe kosten komen voort uit de grotere volumes bij het aanwenden van mest. Uitgaande van 2,5 € per kuub zijn de extra kosten bij aanwending van 50 kuub in een verhouding van 2 delen mest op één water  $50 \times 0,5 * 2,5 = 62,5$  € per ha. De baten komen voort uit een hogere gewasopbrengst en besparing op kunstmest. Veldonderzoek levert nog geen eenduidige resultaten op. In een droog jaar werden duidelijke positieve opbrengsteffecten gevonden en in een nat jaar werden vervolgens positieve effecten gevonden op zandgrond, maar niet op veengrond. Praktijkonderzoek in de Proeftuinveenweide levert vervolgens weer gunstige resultaten op en geeft ook aan dat de grasopbrengst bij verdunnen zoveel hoger is dat verdunnen uit kan.

## Meer informatie

- Van Schooten, H.A., K.M. van Houwelingen en J.F.M. Huijsmans, 2015. Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door gras, Resultaten van twee oriënterende veldproeven, Livestock Research, Wageningen UR, Wageningen, rapport 912, 39 pp.
- Van Schooten, H.A., J.F.M. Huijsmans & K.M. van Houwelingen, 2017. Benutting van met water verdunde mest aangewend met sleepvoetmachine op grasland; resultaten éénjarige veldproeven op klei- en veengrond 2106. Livestock Research, Wageningen UR, Wageningen, rapport 1084, 38 pp.

- <https://proeftuinveenweiden.nl/nieuws/kost-mest-verdunnen-geld/>
- <https://proeftuinveenweiden.nl/nieuws/water-mest-hoeveel-werkt-dan-best/>



---

## Bijlage II    Praktijkdeskundigen betrokken bij review van factsheets

Gerjan Hilhorst	WUR, De Marke
Tim van Noord	PPP Agro Advies
Zwier van der Vegte	WUR, De Marke
Mark Pijnenborg	Veehouder, deelnemer Koeien & Kansen
Jan van Middelaar	PPP Agro Advies
Albert Jan Bos	DLV
Rien Klippel	Waterschap Scheldestromen
Jan Broos	BroosWater
Henry van den Akker	Delphy
Sjef Krijns	Delphy
Harm Wientjes	DLV
Herman Krebbers	Delphy
Coen Hagoort	Veehouder, deelnemer Koeien & Kansen
Nanne en Hains Koopman	Veehouders, deelnemers Koeien & Kansen
Durk Oosterhoff	Veehouder (Obio)
Koen van Boheemen	Akkerbouwer, WUR
Frank Verhoeven	Boerenverstand

---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-842

---

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



---

---

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-842

---

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

