

## **Effecten van scheuren van grasland en grondontsmetting in het najaar op nitraatuitspoeling**

*Commissie Deskundigen Meststoffenwet*

6 februari 2012

### **Samenvatting**

#### Achtergrond

Sedert 2006 gelden beperkende bepalingen voor het vernietigen van de graszode van grasland in Nederland. Er is echter een beperkt draagvlak voor de bepalingen in het zandgebied. Dit geldt zowel voor het scheuren van grasland<sup>1</sup> in het kader van graslandvernieuwing als het scheuren van grasland ten behoeve van de teelt van bollen die in het voorjaar worden geplant, zoals lelies en gladiolen.

Het ministerie van EL&I heeft aan de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om de milieukundige gevolgen te beoordelen van:

- Het scheuren van grasland op zandgrond in het kader van graslandvernieuwing in de periode van 15 september tot 1 november;<sup>2</sup>
- Het scheuren van grasland op zandgrond in de maand oktober, ten behoeve van de teelt van bollen, die in het voorjaar worden geplant.<sup>3</sup>

Daarbij vraagt het ministerie om aan te geven in hoeverre eventuele negatieve effecten van het scheuren in het najaar kunnen worden beperkt door het stellen van voorwaarden.

Naar aanleiding van discussies over grondontsmetting heeft het ministerie van EL&I ook aan de CDM gevraagd om na te gaan wat de effecten zijn van grondontsmetting op nitraatuitspoeling na scheuren van grasland of na de teelt van snijmaïs. Bij snijmaïs vraagt het ministerie om te beoordelen hoe groot het effect van grondontsmetting op nitraatuitspoeling is ten opzichte van het effect van de teelt van een vanggewas. Een CDM-werkgroep heeft een deskstudie uitgevoerd om de vragen van het ministerie te beantwoorden.

#### Graslandvernieuwing

De belangrijkste conclusies met betrekking tot graslandvernieuwing zijn:

- Het risico op nitraatuitspoeling is groter bij scheuren en herinzaai in het najaar dan bij scheuren en herinzaai in het voorjaar.
- Als er gescheurd wordt in het najaar, dan kan de toename van de nitraatuitspoeling uit het gescheurde grasland ten opzichte van scheuren in het voorjaar worden gecompenseerd door de stikstofgebruiksnorm voor het gehele bedrijf te korten, zodat de gemiddelde nitraatuitspoeling voor het bedrijf niet verandert.

---

<sup>1</sup> In deze notitie wordt met scheuren van grasland het vernietigen van de graszode bedoeld, zowel met als zonder grondbewerking

<sup>2</sup> In de huidige regelgeving is scheuren van grasland bij graslandvernieuwing op zand- en lössgrond toegestaan in de periode 1 februari tot 31 mei.

<sup>3</sup> In de huidige regelgeving is scheuren van grasland op zand- en lössgrond voor de teelt van lelies en gladiolen toegestaan in de periode 1 tot en met 15 augustus. Dit mag alleen als er direct na het vernietigen van de graszode ontmetting plaatsvindt. Ook moet uiterlijk 15 september een stikstofbehoefte gewas worden geteeld.

- Andere maatregelen die de nitraatuitspoeling door het scheuren in het najaar kunnen beperken zijn het verlagen van de stikstofbemesting van het grasland, het eerder stoppen met bemesting (bijvoorbeeld 1 juli) en het toepassen van nitrificatieremmers. De nitraatuitspoeling zal door deze maatregelen echter waarschijnlijk niet worden verminderd tot het niveau dat wordt gerealiseerd bij het scheuren en herinzaai in het voorjaar.

#### Scheuren van grasland ten behoeve van de teelt van bollen die in het voorjaar worden geplant

Er zijn geen experimentele gegevens beschikbaar over het effect van tijdstip van scheuren en grondontsmetting op nitraatuitspoeling uit gescheurd grasland. Op basis van andere literatuur en aannames over mineralisatie, effecten van grondontsmetting en stikstofopname door vanggewassen wordt geconcludeerd dat

- Het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren en grondontsmetting in oktober waarschijnlijk hoger is dan bij scheuren en grondontsmetting in augustus gevolgd door inzaai van een vanggewas vóór 15 september, indien dit vanggewas in het voorjaar wordt vernietigd;
- Het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren en grondontsmetting in oktober waarschijnlijk gelijk of lager is dan bij scheuren en grondontsmetting in augustus gevolgd door inzaai van een vanggewas vóór 15 september, indien dit vanggewas in het najaar wordt vernietigd.

De onzekerheid van deze conclusies is echter groot. Het risico op uitspoeling zal bovendien verschillen tussen jaren, omdat zowel de temperatuur als de neerslag een groot effect hebben op de mineralisatie, de stikstofopname door het vanggewas en de remming van nitrificatie door grondontsmetting.

#### Effecten van grondontsmetting na de teelt van snijmaïs op nitraatuitspoeling

Op basis van de beperkte hoeveelheid informatie die beschikbaar is, wordt geconcludeerd dat het reducerend effect van grondontsmetting op nitraatuitspoeling na snijmaïs

- vergelijkbaar is met die van een vanggewas, indien dit gewas begin oktober wordt ingezaaid,
- groter is dan die van een vanggewas, indien het vanggewas na half oktober wordt ingezaaid en
- kleiner is dan die van een vanggewas, indien het vanggewas in september wordt ingezaaid.

De onzekerheid van deze conclusies is groot, want er is geen onderzoek beschikbaar waarin de effecten van grondontsmetting en de teelt van vanggewassen op de uitspoeling van nitraat is vergeleken.

## 1. Inleiding

Sedert 2006 gelden beperkende bepalingen voor het vernietigen van de graszode van grasland. Deze zijn onderdeel van de derogatiebeschikking en als zodanig onderdeel van afspraken die met de Europese Commissie zijn gemaakt over het te voeren nutriëntenbeleid. Inmiddels is enkele jaren ervaring opgedaan met de maatregel. Het ministerie van EL&I signaleert een beperkt draagvlak voor deze regels. In deze studie is de effectiviteit van enkele alternatieven vergeleken met die van de huidige voorschriften. Het ministerie van EL&I vraagt aan de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) om de milieukundige gevolgen te beoordelen van (zie Annex 1):

- het scheuren van grasland op zandgrond in het kader van graslandvernieuwing in de periode van 15 september tot 1 november;<sup>4</sup>
- het scheuren van grasland op zandgrond in de maand oktober, ten behoeve van de teelt van bollen die in het voorjaar worden geplant.<sup>5</sup>

Het ministerie van EL&I heeft ook gevraagd om na te gaan:

- wat de effecten zijn van grondontsmetting op het risico op nitraatuitspoeling na scheuren van grasland,
- in hoeverre eventuele negatieve effecten van het scheuren in het najaar kunnen worden beperkt door het stellen van aanvullende voorwaarden (gedacht wordt hierbij aan een lagere stikstof-(N)-gebruiksnorm voor vernietigd grasland), en
- wat het effect van grondontsmetting op nitraatuitspoeling na de teelt van mais is in vergelijking tot die van de uitspoeling bij de teelt van een vanggewas (Annex 4).

Een CDM-werkgroep bestaande uit Sjaak Conijn (PRI), Herman de Boer (WUR Livestock Research), Henk van Reuler (PPO) en Gerard Velthof (CDM; voorzitter) heeft een studie uitgevoerd om de vragen van het ministerie te beantwoorden.

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de vragen met betrekking tot graslandvernieuwing en in Hoofdstuk 3 op die met betrekking tot de teelt van bollen. In Annex 2 wordt als achtergrond een korte beschrijving gegeven van effecten van scheuren van grasland op stikstofprocessen in de bodem. In Annex 3 wordt een korte beschrijving gegeven van methoden van grondontsmetting in de bollenteelt. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het effect van grondontsmetting op het risico op nitraatuitspoeling bij de teelt van mais in vergelijking tot het effect van een vanggewas.

---

<sup>4</sup> In de huidige regelgeving is scheuren van grasland bij graslandvernieuwing op zand- en lössgrond alleen toegestaan in de periode 1 februari tot 31 mei.

<sup>5</sup> In de huidige regelgeving is scheuren van grasland op zand- en lössgrond voor de teelt van lelies en gladiolen toegestaan in de periode 1 tot en met 15 augustus. Dit mag alleen als er direct na het vernietigen van de graszode ontsmetting plaatsvindt. Ook moet uiterlijk 15 september een stikstofbehoefstig gewas worden geteeld.



## **2. Scheuren van grasland in het kader van graslandvernieuwing**

### **2.1 Inleiding**

Voorschriften met betrekking tot het scheuren van grasland zijn sinds 2006 van kracht. Afgaande op signalen van individuele ondernemers, landbouwvoorlichting en landbouworganisaties kan worden gesteld dat de voorschriften in het zandgebied op een beperkt draagvlak mogen rekenen.

Het bedrijfsleven stelt dat bij het scheuren en herinzaai in het voorjaar er een grotere kans op ontwikkeling van onkruid bestaat. Te vroeg scheuren en inzaai in een koud voorjaar kan er toe leiden dat onkruid sneller groeit dan gras en bij te laat scheuren (bijvoorbeeld na oogst van de eerste snede) kan grasgroei worden belemmerd door droogte, waardoor er een slechte zode kan ontstaan. In het algemeen wordt aanbevolen zo vroeg mogelijk in het voorjaar dood te spuiten en te scheuren, omdat de periode mei-juni de meest ongunstige periode is voor het aanslaan van het nieuwe gras. Indien er veel onkruid is ontstaan dan moet dit worden bestreden en mogelijk moet er opnieuw worden ingezaaid. Een slechte zode leidt tot opbrengstverlies en verhoogt het risico op nitraatuitspoeling. Verder wordt de bestrijding van onkruid (met name kweek) belemmerd door de verplichting tot scheuren van grasland in het voorjaar.

In plaats van scheuren en herinzaai in het voorjaar kan grasland gescheurd en omgezet worden in maïsland of een akkerbouwgewas (wisselbouw). Echter, het omzetten van grasland naar maïsland of bouwland verhoogt het risico op nitraatuitspoeling, omdat de hoeveelheid stikstof die vrijkomt uit gescheurd grasland vaak groter is dan de stikstof die door het volggewas kan worden opgenomen (Dekker et al., 2005; Nevens en Reheul, 2002). In het voorjaar ingezaaid grasland heeft een hogere stikstofopnamecapaciteit dan mais en akkerbouwgewassen, onder andere omdat er stikstof nodig is voor aanmaak van nieuwe wortels en stoppels. Bovendien geldt dat, voor bedrijven met een derogatie, het areaal dat gebruikt kan worden voor wisselbouw is begrensd door de eis in kader van de derogatie dat 70 procent van het areaal moet bestaan uit grasland.

### **2.2 Milieukundige gevolgen**

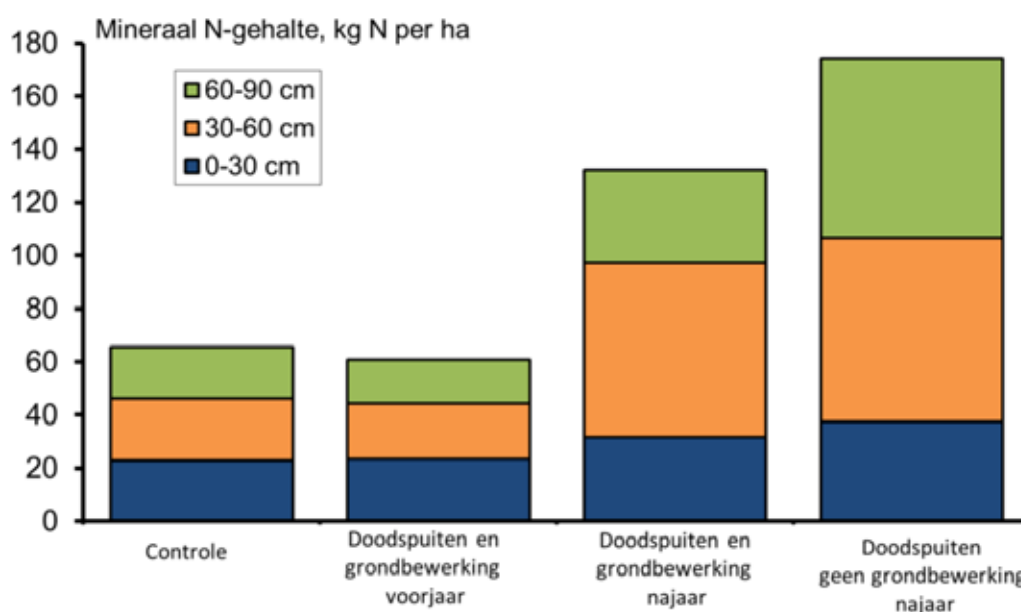
#### **2.2.1 Risico op uitspoeling bij scheuren in het najaar ten opzichte van het voorjaar**

Op basis van experimenteel onderzoek, een literatuurstudie en modelberekeningen concludeerde Velthof (2005) dat het risico op nitraatuitspoeling hoger is bij het scheuren van grasland in het najaar dan bij het scheuren in het voorjaar. Hieronder worden enkele resultaten van studies naar effecten van scheurtijdstip op nitraatuitspoeling beschreven (gebaseerd op Velthof, 2005). Een beschrijving van de effecten van scheuren van grasland op de stikstofprocessen in de bodem staat weergegeven in Annex 2.

Figuur 1 geeft als voorbeeld enkele resultaten van de proeven van Hoving en Velthof (2004; later gepubliceerd in Velthof et al., 2010). Uit dit onderzoek blijkt dat scheuren in het voorjaar niet leidt tot een toename van de hoeveelheid minerale stikstof die in het najaar in de bodem aanwezig is. De herinzaai was goed geslaagd in dit onderzoek. Doodspuiten in het najaar (met en zonder grondbewerking) leidt tot een duidelijke toename van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater is niet bepaald in het onderzoek dat is samengevat in Figuur 1. De hoeveelheid minerale stikstof in het najaar is een indicator voor het risico op nitraatuitspoeling. Indicatieve berekeningen op basis van regressieformules uit het project Sturen op Nitraat geven aan dat het scheuren van grasland in september op zandgronden tot een toename van de nitraatconcentratie van ongeveer 25 mg per liter kan leiden ten opzichte van scheuren in april (zie Velthof, 2005).

Engels onderzoek bevestigt dat de uitspoeling bij scheuren in het najaar hoger is dan bij scheuren in het voorjaar. In een studie van Shepherd et al. (2001) was de nitraatuitspoeling lager (en vergelijkbaar met niet-gescheurd grasland) bij scheuren en herinzaai in het voorjaar (uitspoeling < 10 kg N per ha) dan bij scheuren en herinzaai in het najaar (uitspoeling: 10 - 173 kg N per ha).

Het in het voorjaar ingezaaide grasland heeft een hoge stikstofopnamecapaciteit (o.a. voor aanmaak van nieuwe wortels en stoppels). Bij scheuren in het voorjaar kan de stikstof die tijdens het groeiseizoen vrijkomt uit het gescheurde grasland (grotendeels) worden opgenomen door de nieuwe graszode. Bij het scheuren in het najaar komt ook veel stikstof vrij (omdat de bodemtemperatuur dan nog relatief hoog is), maar de stikstofopname door het in het najaar ingezaaide gras is veel geringer dan door het in het voorjaar ingezaaid gras (omdat de straling van de zon in het najaar minder is dan in het voorjaar). Hierdoor is de voorraad minerale stikstof in de bodem in het najaar hoger bij scheuren in het najaar dan bij scheuren in het voorjaar. De voorraad minerale stikstof in de bodem in het najaar is een indicator voor het risico op nitraatuitspoeling.

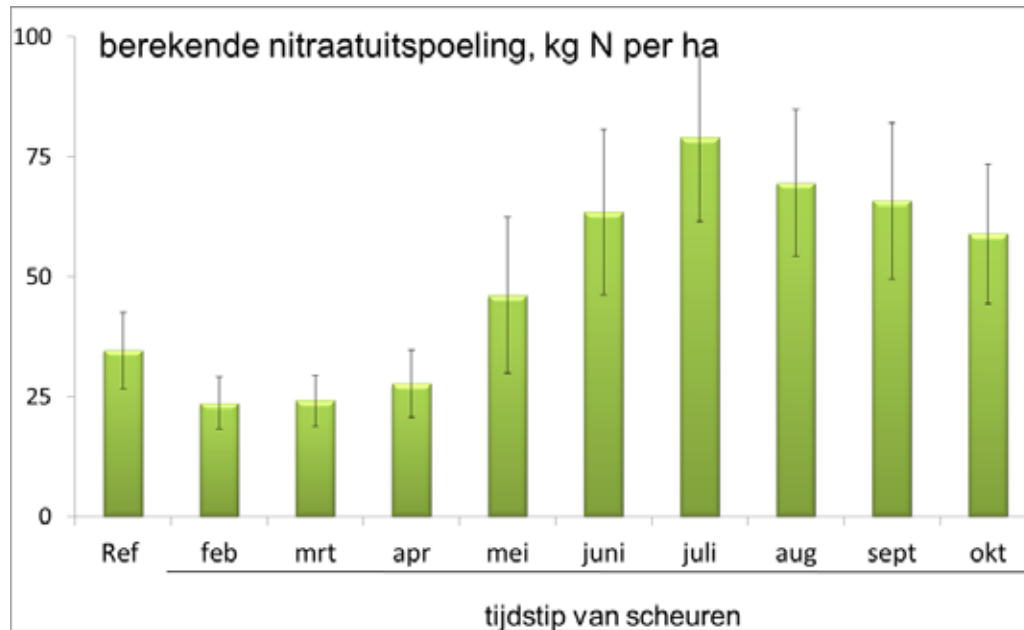


*Figuur 1. Minerale stikstofgehalte in de 0-30, 30-60 en 60-90 cm laag in het najaar bij niet-gescheurd grasland (controle) en gescheurd grasland op een zandgrond. Er waren drie scheurobjecten: doodspuiten en grondbewerking in het voorjaar, doodspuiten en grondbewerking in het najaar en doodspuiten zonder grondbewerking in het najaar. De stikstofgift bedroeg 300 kg N per ha (Hoving en Velthof, 2004).*

In Figuur 2 staat de met het model ANIMO berekende nitraatuitspoeling bij de verschillende scheurtijdstippen weergegeven, op basis van langjarige weerrreeksen (15 weerjaren). De belangrijkste resultaten zijn:

- Scheuren in de periode februari tot en met april leidt niet tot een verhoogd risico op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland;
- Vanaf mei neemt het risico op nitraatuitspoeling toe; en
- Het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren in het najaar neemt iets af naarmate later wordt gescheurd. Dit wordt veroorzaakt doordat de mineralisatie afneemt bij een lagere temperatuur.

Scheuren en herinzaai in het voorjaar leidt dus tot een lager risico op nitraatuitspoeling dan scheuren en herinzaai in het najaar, er van uitgaande dat de herinzaai in het voorjaar is geslaagd.



Figuur 2. Berekende nitraatuitspoeling in kg N per ha in de periode tussen januari in jaar 1 tot en met maart in jaar 2 uit de 0-50 cm laag van grasland op zandgrond bij verschillende tijdstippen van scheuren van grasland (Velthof, 2005). Ref (referentie) is niet-gescheurd, de tijdstippen werden gevarieerd in de periode 10 februari tot en met 10 oktober; het gemiddelde en de standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000) zijn weergegeven. De stikstofgift was afhankelijk van scheurtijdstip en bedroeg voor niet-gescheurd grasland 350 kg N per ha.

### 2.2.2 Risico op uitspoeling bij scheuren op verschillende tijdstippen in het najaar

Het risico op nitraatuitspoeling wordt door verschillende factoren bepaald, waarbij de stikstofbemesting, weersomstandigheden en grondsoort (uitspoelingsgevoeligheid; mineraliserend vermogen) een belangrijke rol spelen. Bij het risico op nitraatuitspoeling bij het scheuren in het najaar (september – oktober) spelen twee factoren een belangrijke rol:

1. de mineralisatie van organische stikstof uit het gescheurde grasland. Deze neemt af naarmate later wordt gescheurd omdat de temperatuur dan lager is.
2. de stikstofopname door het nieuw ingezaaid gras. Deze neemt af naarmate later wordt ingezaaid door minder licht en ook door de afnemende temperatuur.

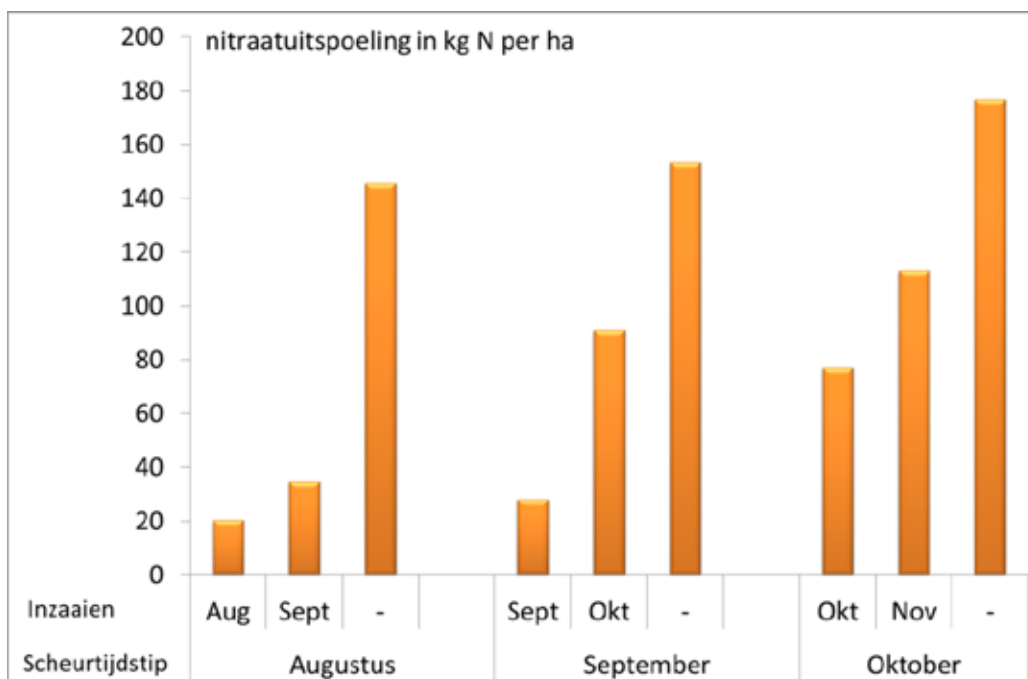
De berekeningen met het model ANIMO (Figuur 2) geven aan dat gemiddeld genomen het risico op nitraatuitspoeling in Nederland afneemt naarmate er later in het najaar wordt gescheurd. Dit wordt met name veroorzaakt door een lagere stikstofmineralisatie. Er zullen echter ook jaren zijn waarin scheuren in oktober tot een hogere nitraatuitspoeling leidt dan scheuren in augustus, omdat het weer in deze periode een groot effect heeft op de opname van stikstof door het pas ingezaaide grasland en op de mineralisatie en nitraatuitspoeling. Dit is zichtbaar in experimenteel onderzoek uit Engeland van Adams en Jan (1999). In dit onderzoek is gedurende twee jaar op zavelgrond uitspoeling gemeten na het scheuren van grasland. De uitspoeling bij het scheuren in oktober was hoger dan bij het scheuren in augustus (Figuur 3). Ook was duidelijk dat de uitspoeling toenam naarmate de periode tussen het scheuren en

herinzaai langer werd. In de situaties waarbij direct werd ingezaaid na scheuren nam de uitspoeling toe in de volgorde augustus (10 - 31 kg N per ha) < september (15 - 41 kg N per ha) < oktober (61 - 93 kg N per ha).

Het risico op nitraatuitspoeling wordt door verschillende factoren bepaald, waarbij de stikstofbemesting, stikstofopname door het gewas, weersomstandigheden en grondsoort (uitspoelingsgevoeligheid; mineraliserend vermogen) een belangrijke rol spelen. Bij het scheuren in het najaar (september – oktober) bepalen daarnaast twee factoren het risico op nitraatuitspoeling:

- de mineralisatie van organische stikstof uit het gescheurde grasland. Deze neemt af naarmate later wordt gescheurd omdat de temperatuur dan lager is.
- de stikstofopname door het nieuw ingezaaid gras. Deze neemt af naarmate later wordt ingezaaid door de lagere temperatuur en minder licht.

De weersomstandigheden hebben een groot effect op deze factoren. Berekeningen op basis van langjarige weerreeksen geven aan dat het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren in het najaar lager naarmate er later in het najaar wordt gescheurd.



*Figuur 3. Gemiddelde nitraatuitspoeling (twee jaar) bij scheuren in augustus, september en oktober en herinzaai in augustus, september, oktober of november. De nitraatuitspoeling bij geen herinzaai (-) is ook bepaald. Resultaten van onderzoek in Engeland van Adams en Jan (1999).*

### **2.3 Maatregelen die uitspoeling beperken**

De CDM-werkgroep heeft enkele maatregelen geïdentificeerd die mogelijk de nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland kunnen beperken. Voor elke maatregel is op basis van literatuur nagegaan hoe groot de effectiviteit is voor de beperking van de nitraatuitspoeling uit gescheurd grasland.

#### **2.3.1 Lagere bemesting in het jaar van scheuren**

Het minder bemesten van grasland dat in het najaar wordt gescheurd, zou een maatregel kunnen zijn om het risico op nitraatuitspoeling te beperken. Een variant hierop is dat alleen de eerste twee of drie snedes mogen worden bemest. De



gebruiksnorm voor het te scheuren grasland zou dan gekort kunnen worden met bijvoorbeeld 50 – 100 kg N per ha.

Onderzoek van Van Dijk et al. (1996) laat zien dat de stikstofgift een effect heeft op de hoeveelheid stikstof in wortels en stoppels (Figuur 4). Bij een stikstofgift van 300 kg N per ha was de hoeveelheid stikstof in wortels en stoppel van tweejarig grasland ongeveer 20 kg N per ha hoger dan bij een gift van 100 kg N per ha. Het verlagen van de bemesting had in deze studie dus een effect op de hoeveelheid stikstof in gewasreseten die bij scheuren wordt onderploegd.

Whitehead et al. (1990) deden onderzoek naar het effect van niveau van N-bemesting op de hoeveelheid N in stoppels en wortels van grasland in Engeland. Bij bemesting in maart van tweejarig grasland (N-niveaus 0 tot 350 kg N per ha) was in juni de hoeveelheid N in de stoppels toegenomen van 29 tot 46 kg per ha. Bij bemesting in maart en begin juni van eenjarig grasland (0 tot 650 kg N per ha) was midden juli de hoeveelheid N in de wortels toegenomen van 62 tot 92 kg N per ha. Bij dezelfde proef, maar dan met bemesting in juli en augustus was half oktober de hoeveelheid N in de wortels toegenomen van 51 tot 68 kg N per ha. Een hogere N-bemesting leidde in deze proef dus tot hogere stikstofgehalten in wortels en stoppels, alhoewel de toename beperkt was (15 – 30 kg N per ha).

Een lagere stikstofbemesting in het groeiseizoen geeft ook lagere gehalten minerale N in het bodemprofiel aan het eind van het jaar. In onderzoek van Vellinga et al. (2001b) nam op droge zandgrond het minerale N-gehalte in het najaar toe van 32 tot 100 kg N per ha in de bodemlaag 0 tot 100 cm bij een toename van de N-bemesting van 0 tot 500 kg N per ha per jaar. Op natte zandgrond nam het minerale N-gehalte toe van 32 tot 50 kg N per ha. Vellinga et al. (2001b) gaf aan dat in andere studies een vergelijkbaar patroon werd gevonden.

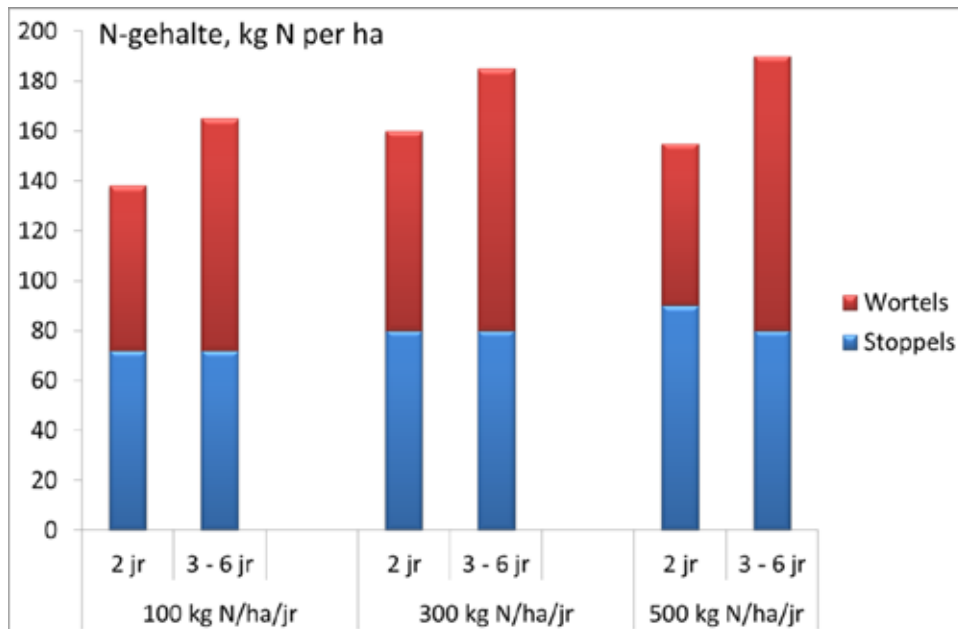
Een variant op een lagere stikstofbemesting in het jaar van scheuren is het eerder stoppen met bemesting. Van drijfmest is bekend dat toediening na juni kan leiden tot het vrijkomen van N in het late najaar (Vellinga et al., 2001a). Het eerder stoppen met de kunstmestgift tijdens het groeiseizoen zal er toe leiden dat er op het moment van scheuren minder minerale N in het bodemprofiel aanwezig is. Dit zal zeker het geval zijn wanneer eerder stoppen met bemesten leidt tot een lagere N-gift op jaarbasis. Een andere variant is dat de N-gift op jaarbasis gelijk blijft, maar dat het zwaartepunt van de bemesting (nog) meer op bemesting van de eerste en twee snede komt te liggen. Het opbrengstpotentieel van het gras is dan maximaal. Wanneer aan het begin van het groeiseizoen meer N wordt gegeven, zal op dat moment ook meer N kunnen worden opgenomen.

Wanneer het scheurmoment verlaat wordt van het voorjaar naar de periode 15 september - 1 november, zou 1 juli een geschikte datum zijn om te stoppen met de bemesting met zowel kunstmest als drijfmest. Eerder stoppen met bemesting leidt tot het 'uitmijnen' van de voorraad minerale N in de bodem. De grootste bijdrage aan de N-verliezen na het scheuren van grasland wordt echter geleverd door de N aanwezig in de stoppel en wortels (Velthof, 2005). Het verlagen van deze N in de maanden voorafgaande aan het scheuren zou het risico op nitraatuitspoeling kunnen verlagen.

Op basis van bovenstaande resultaten wordt geconcludeerd dat:

- het verlagen van de bemesting van het grasland dat wordt gescheurd kan leiden tot vermindering van de hoeveelheid N in wortels en stoppels.
- de hoeveelheid minerale N die in het najaar achterblijft in de bodem is lager bij een lagere stikstofbemesting.
- op basis van de hierboven beschreven proeven wordt geschat dat het verlagen van de stikstofgebruiksnorm met 50 – 100 kg N per ha zal resulteren in een verlaging van de hoeveelheid N in wortels, stoppels en de bodem met 10 – 20 kg N per ha.

- Het eerder stoppen met bemesting (bijvoorbeeld 1 juli) leidt mogelijk ook tot een vermindering van het risico op nitraatuitspoeling.
- De nitraatuitspoeling bij het scheuren in het najaar zal door een lagere stikstofbemesting en/of het eerder stoppen met bemesten waarschijnlijk niet worden verminderd tot het niveau dat wordt gerealiseerd bij scheuren en herinzaai in het voorjaar.



Figuur 4. De hoeveelheid stikstof in wortel en stoppels van grasland van verschillende leeftijd (2 jaar en 3-6 jaar) en bij verschillende stikstofgiften (100 - 500 kg N per ha per jaar) (Van Dijk et al., 1996).

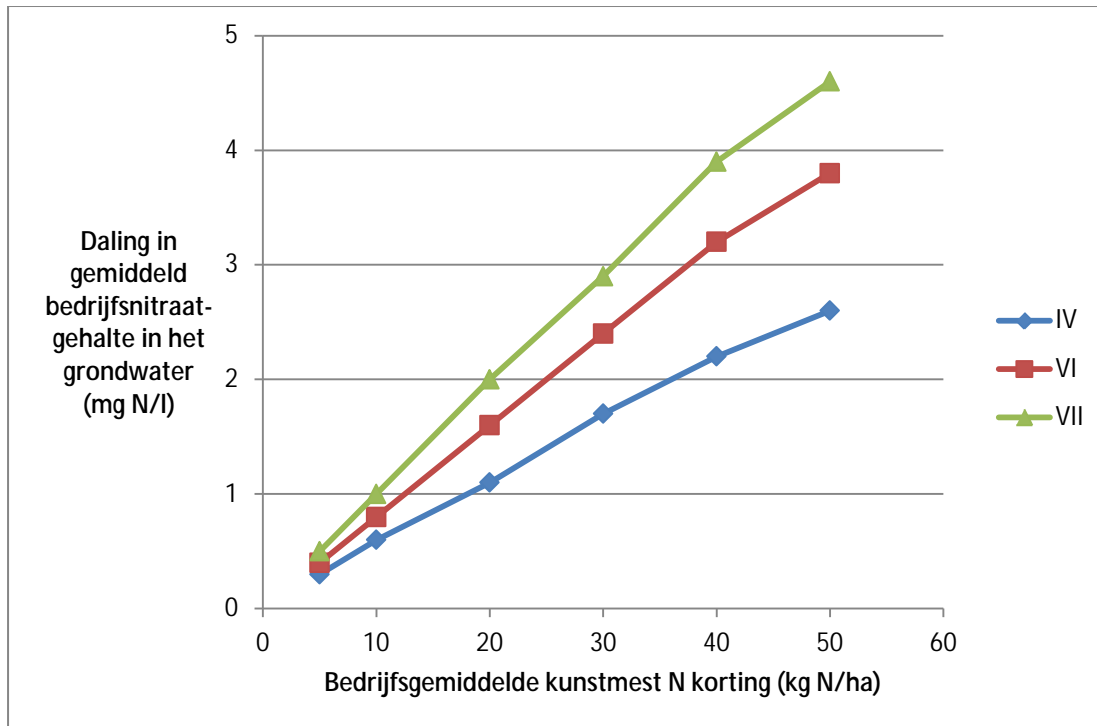
### 2.3.2. Generieke korting gebruiksnormen op bedrijfsniveau

Een andere mogelijke maatregel om de nitraatuitspoeling te beperken, is dat wordt geaccepteerd dat er een hogere uitspoeling optreedt in het gescheurde perceel, maar dat dit wordt gecompenseerd door de uitspoeling op de rest van het bedrijf te verminderen door een lagere gebruiksnorm voor het gehele bedrijf. De gebruiksnorm moet dan dusdanig worden verlaagd, dat de gemiddelde nitraatuitspoeling van het bedrijf bij scheuren in het najaar gelijk is aan de gemiddelde nitraatuitspoeling van het bedrijf dat het grasland scheurt in het voorjaar (conform huidige regelgeving).

Er zijn berekeningen uitgevoerd met het WOD-model (Schröder et al., 2009) voor drie bedrijven op drie verschillende zandgronden (Grondwatertrappen - Gt IV, VI en VII)<sup>6</sup>. In de berekening heeft elk bedrijf 70% grasland en 30% maïsland en is de fosfaattoestand neutraal tot hoog. Op basis van de gebruiksnormen in 4<sup>e</sup> actie programma voor de Nitraatrichtlijn is bepaald dat deze bedrijven gemiddeld 81 kg fosfaat per ha mogen toedienen, resulterend in dierlijke mestgift van maximaal 222 kg N per ha. Andere uitgangspunten zijn dat maïsland met 170 kg N per ha uit dierlijke mest wordt bemest en dat de werkelijke werkingscoëfficiënt voor stikstof op maïsland 0,6 is (i.p.v. forfaitaire 0,45), zodat de bemesting op maïsland aangevuld wordt met 38 kg N per ha uit kunstmest. De resterende ruimte voor zowel drijfmest als kunstmest wordt op grasland

<sup>6</sup> Het WOD-model is ontwikkeld en gebruikt voor onderbouwing van stikstofgebruiksnormen en derogatie en is gevalideerd met gegevens van Koeien en Kansen bedrijven

toegediend (244 kg N per ha als dierlijke mest en 151 kg N per ha als kunstmest). Er zijn in totaal voor ieder bedrijf 6 berekeningen uitgevoerd, waarbij de dierlijke mestgiften constant gehouden zijn en de kunstmestgiften zijn gevarieerd door telkens vijf of tien kg N per ha te korten op de kunstmestgiften die volgens de gebruiksnormen (250 en 140 kg N per ha, respectievelijk voor grasland en maïsland) toegediend mogen worden. Het resultaat van deze berekeningen is samengevat in Figuur 5.



Figuur 5. De relatie tussen de daling in het bedrijfs-gemiddelde nitraatgehalte in het grondwater en de korting op bedrijfs-gemiddelde kunstmestgift voor drie melkveebedrijven op drie verschillende zandgronden (Gt IV, VI en VII).

Indien grasland gescheurd wordt in het najaar in plaats van het voorjaar zoals nu is voorgeschreven, zal naar verwachting gemiddeld meer nitraat uitspoelen. Deze extra uitspoeling bedraagt circa 33 kg N per ha voor een zandgrond met Gt VI (zie Figuur 2) en leidt tot een verhoging van het nitraatgehalte onder het grasland met 12 mg N per liter grondwater (gegeven een gemiddeld neerslagoverschot van 280 mm; WOD-model). De hogere nitraatuitspoeling bij scheuren in het najaar kan worden gecompenseerd door het hele bedrijf minder te bemesten met stikstof. Dit hangt af van het areaal grasland dat wordt gescheurd ten opzichte van het totale graslandareaal. Indien 10% van het grasland gescheurd wordt (= 7% van het totale bedrijfsareaal), bedraagt de extra nitraatuitspoeling voor het hele bedrijf circa 0,8 mg N per l. In Figuur 5 kan afgelezen worden dat 0,8 op de y-as samenvalt met 10 op de x-as voor Gt VI. Door 10 kg N per ha te korten op de gebruiksnorm van het bedrijf wordt de extra nitraatuitspoeling als gevolg van het scheuren van 10% van het graslandareaal in het najaar in plaats van in het voorjaar gecompenseerd. Uit dit resultaat kan worden afgeleid dat de gebruiksnorm voor grasland en maïsland met 1 kg N per ha gekort dient te worden per procent van het graslandareaal dat in het najaar wordt gescheurd (op zandgrond met een Gt VI).

De toename van de nitraatuitspoeling uit gescheurd grasland kan dus worden gecompenseerd door de stikstofgebruiksnorm voor het gehele bedrijf te korten, zodat de gemiddelde nitraatuitspoeling voor het bedrijf niet verandert. Voor een gemiddeld bedrijf met een grondwatertrap Gt VI, moet voor elke procent van het totale graslandareaal dat in het najaar wordt gescheurd, in plaats van het voorjaar, de stikstofgift op zowel gras-

en maïsland met 1 kg N per ha worden gekort, om gemiddeld hetzelfde niveau van nitraatuitspoeling te bereiken als bij scheuren in het voorjaar.

### 2.3.3. Nitrificatieremmers

Het toevoegen van nitrificatieremmers aan het in het najaar gescheurde grasland zou kunnen leiden tot remming van nitrificatie, waardoor de ammonium die vrijkomt uit het gescheurde grasland trager wordt omgezet in nitraat. Dit reduceert het risico op nitraatuitspoeling naar het grondwater.

Een literatuurstudie laat zien dat de werking van nitrificatieremmers sterk varieert. Bussink et al. (2003) vonden geen effect van nitrificatieremmers op de N-benutting van meststoffen toegediend in het voorjaar (éénjarige proef, meerdere locaties). Dolfing et al. (2004) concluderen op basis van een literatuurstudie dat er nog veel vragen zijn ten aanzien van de lange termijn stabiliteit van de gebruikte remmers (met name de remmer DCD, en in mindere mate ook DMPP). Verder bleek dat bepaalde nitrificatieremmers in de ene grond beter werken dan in de andere grond, en dat ook de combinatie van remmer en type kunstmest een rol speelt, evenals het weer. Kuikman et al. (2010) gaven aan dat de effectiviteit van nitrificatieremmers varieert van 10 tot 90%, afhankelijk van het toepassingsgebied. Hoge waarden zijn aangenomen bij specifieke en duidelijke momenten van stikstoftoediening, zoals bij kunstmest en dierlijke mest het geval is, waardoor de nitrificatieremmer gericht en vrijwel gelijktijdig kan worden toegepast. Lage waarden zijn verondersteld bij diffuse processen zoals stikstofbinding en mineralisatie, die over het algemeen voortdurend plaatsvinden en/of waarbij het moeilijk is om op het juiste moment de juiste hoeveelheid nitrificatieremmer toe te passen. Deze laatste situatie heeft ook betrekking op mineralisatie en nitrificatie in gescheurd grasland.

De werking van nitrificatieremmers is dus afhankelijk van een groot aantal factoren, waaronder de weersomstandigheden (zowel temperatuur als neerslag), grondsoort, en soort stikstof. In sommige jaren zal het toevoegen van nitrificatieremmers aan in het najaar gescheurd grasland kunnen leiden tot een reductie van de nitraatuitspoeling, maar in andere jaren niet. Het is vooraf niet aan te geven of de nitrificatieremmers een goede werking hebben en of hiermee de nitraatuitspoeling verminderd kan worden. Gebruik van nitrificatieremmers zal gemiddeld tot een vermindering van nitraatuitspoeling leiden, maar het effect is onzeker en waarschijnlijk beperkt.

### 2.3.4 Scheuren zonder grondbewerking (alleen doodspuiten)

Grondbewerking kan leiden tot een hogere mineralisatie in gescheurd grasland en zou het risico op nitraatuitspoeling kunnen verhogen. Er is nagegaan of het doodspuiten en inzaaien/doorzaaien zonder grondbewerking tot een lager risico op nitraatuitspoeling leidt dan scheuren met grondbewerking.

Het onderzoek van Hoving en Velthof (2006) laat zien dat de hoeveelheid stikstof die vrijkomt door het doodspuiten van grasland zonder grondbewerking vergelijkbaar is (of hoger) dan van grasland dat wordt doodgespoten én ondergeploegd (zie Figuur 1). Grondbewerking leidde in dit onderzoek op drie locaties dus niet tot een sterkere stikstofmineralisatie. Studies van Lloyd (1992), Zwart et al. (1999) en Richter et al. (1989) laten zien dat de diepte van grondbewerking geen duidelijk effect heeft op stikstofmineralisatie, de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem en nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland.

Graslandvernieuwing waarbij grasland wordt doodgespoten zonder (of beperkte) grondbewerking leidt niet tot een lager risico op nitraatuitspoeling dan graslandvernieuwing met grondbewerking.



### **3. Scheuren van grasland ten behoeve van de teelt van bollen**

Bij het opstellen van dit advies wordt er van uitgegaan dat het grasland niet vlak voor het scheuren wordt bemest met dierlijke mest of kunstmest.

#### **3.1 Milieukundige gevolgen**

Bij de teelt van bollen is het toegestaan om grasland in de periode 1 – 15 augustus te scheuren. In dit hoofdstuk wordt nagegaan wat de milieukundige gevolgen zijn van het scheuren van grasland in oktober ten opzichte van scheuren in de periode 1 – 15 augustus.

Het risico op nitraatuitspoeling wordt door verschillende factoren bepaald, waarbij de stikstofbemesting, weersomstandigheden en grondsoort (uitspoelingsgevoeligheid) een belangrijke rol spelen. Het risico op nitraatuitspoeling bij de teelt van bollen na het scheuren van grasland in het najaar wordt daarnaast in sterke mate bepaald door:

- i) de mineralisatie van de organische stikstof uit het gescheurde grasland,
- ii) het effect van grondontsmetting op mineralisatie en nitrificatie en
- iii) de stikstof uit het gescheurde grasland dat door een vanggewas kan worden opgenomen.

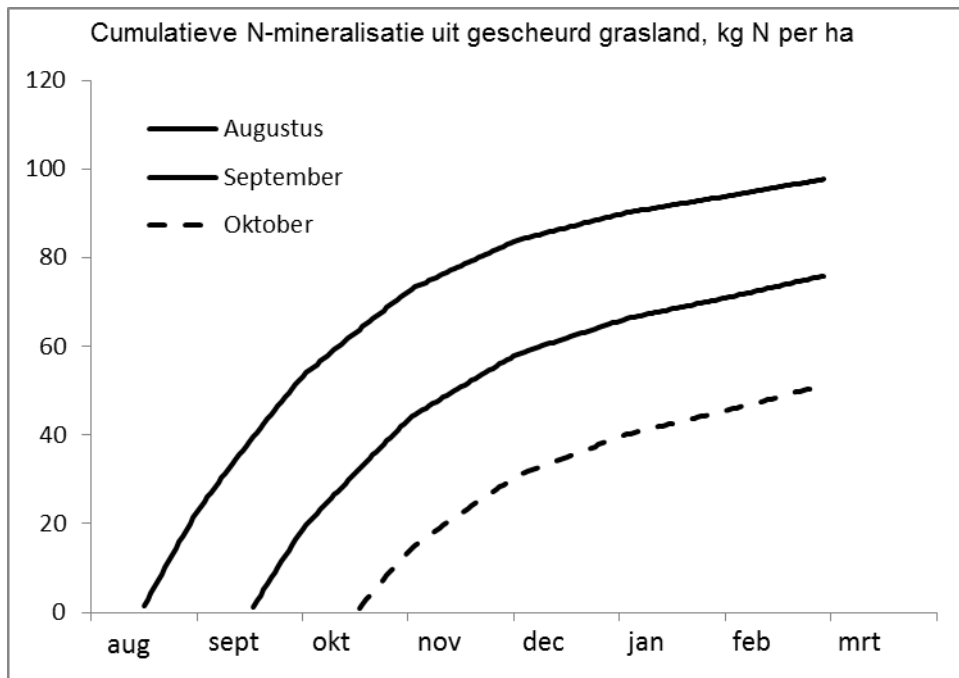
##### **3.1.1 Effect tijdstip scheuren grasland op stikstofmineralisatie**

Modelberekening met het model ANIMO (Velthof 2005) lieten zien dat scheuren van grasland op zandgrond in augustus tot een hogere nitraatuitspoeling leidde dan scheuren van grasland in september en oktober (zie Figuur 2). Dit wordt veroorzaakt doordat de mineralisatie van organische stikstof uit de gescheurde graszode afneemt naarmate er later in de herfst wordt gescheurd (door de lagere temperatuur).

Met het model MINIP (Janssen, 1984) zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd, gebaseerd op de dezelfde uitgangspunten die gehanteerd zijn voor de ANIMO-berekeningen uit Figuur 2. De stikstofmineralisatie uit gewasresten neemt na het scheuren van grasland in augustus toe tot ongeveer 80 kg N per ha in november en 100 kg N per ha aan het eind van winter (Figuur 6). Het scheuren in oktober resulteert in ongeveer 20 kg N per ha in november en 50 kg N per ha aan het eind van de winter.

Volgens deze berekeningen blijkt dat het verschil in stikstofmineralisatie uit gewasresten uit grasland gescheurd in augustus en grasland gescheurd in oktober gemiddeld ongeveer 50 kg N per ha bedraagt in de winter periode. Hierbij moet worden opgemerkt dat de variatie in mineralisatie groot is, waarbij factoren als leeftijd van het grasland, grondsoort, beheer en weer een rol spelen.

De stikstofmineralisatie gedurende de winter is dus lager bij scheuren van grasland in oktober dan bij scheuren in de periode 1- 15 augustus (het verschil bedraagt gemiddeld ongeveer 50 kg N per ha).



Figuur 6. Cumulatieve stikstofmineralisatie uit gewasresten na scheuren van grasland, half augustus, half september en half oktober. Berekeningen zijn uitgevoerd met het model MINIP (Janssen, 1984). De mineralisatie is exclusief de mineralisatie uit bodem organische stof en toegediende mest.

### 3.1.2 Effect van grondontsmetting op stikstofomzettingen in de bodem en het risico op nitraatuitspoeling

Grondontsmetting kan leiden tot remming van biologische stikstofomzettingen in de bodem. Indien grondontsmetting tot remming van nitrificatie leidt dan zou dit tot een lagere nitraatuitspoeling kunnen leiden. In Annex 3 wordt een korte beschrijving gegeven van methoden van grondontsmetting in de bollenteelt. In deze paragraaf wordt ingegaan op de mogelijke effecten van grondontsmetting op nitrificatie en het risico op nitraatuitspoeling.

Grondontsmetting leidt tot het doden van bodem-micro-organismen, hetgeen kan leiden tot een toename van mineralisatie. In onderzoek van Lebbink en Kolenbrander (1974) trad er een flush op van stikstof (gemiddeld 10 kg N per ha) direct na grondontsmetting. Dit duidt er op dat deze stikstof vrijkomt uit de ontsmette bodem (waarschijnlijk stikstof die vrijkomt uit gedode micro-organismen). In een onderzoek met verschillende grondsoorten in Vlaanderen leidde grondontsmetting met DD tot een hogere stikstofmineralisatie in de periode vlak na toediening (De Neve et al., 2004). Dit komt overeen met de 'stikstofflush' door grondontsmetting in de studie van Lebbink en Kolenbrander (1974). De lange-termijn stikstofmineralisatie was iets hoger bij grondontsmetting. DD leidde tot remming van nitrificatie in alle grondsoorten, maar er was een groot verschil in periode van remming tussen grondsoorten; variërend van 3 tot 17 weken (bij 23 °C). Er waren duidelijke verschillen tussen grondsoorten in het effect van grondontsmetting op mineralisatie en nitrificatie, maar De Neve et al., (2004) konden geen relatie vinden tussen bodemeigenschappen en effecten van grondontsmetting op stikstofomzettingen.

De La Lande Cremer et.al. (1979) hebben het effect van chemische grondontsmetting op de nitrificatie van ammonium uit dierlijke mest onderzocht. Deze ammonium was in november 1976 toegediend met verschillende hoeveelheden rundvee- en kippendrijfmest (Nb. In dit advies worden alleen de resultaten van rundermest beschreven). In Tabel 1



staan de giften weergegeven. De drijfmest werd op 11 november 1976 toegediend en 15 november ondergeploegd. De grond werd op 17 november ontsmet met nematicide 1,3-dichloorpropeen (DD; 250 l DD/ha).

Tabel 1. Hoeveelheden toegediende totaal N (Ntot) en water oplosbaar N (Nwo) in kg/ha (De La Lande Cremer et al., 1979).

	Rundveedrijfmest (t/ha)			150
	0	50	100	
Ntot	0	343	685	1028
Nwo	0	135	270	405

De gehalten aan ammonium en nitraat in de bodem werden op verschillende tijdstippen bepaald (Figuur 7). Uit Figuur 7 blijkt dat het ontsmetten (+DD) voor een langere tijd de nitrificatie remt in de laag 0-40 cm. Er zijn echter enkele kanttekeningen te plaatsen met betrekking tot mogelijke remming van nitrificatie in gescheurd grasland bij grondontsmetting onder de huidige omstandigheden:

- Het gebruik van DD is nu verboden (zie Annex 3). Tegenwoordig wordt metam-natrium (MS) gebruikt voor grondontsmetting (Annex 3). In het onderzoek van La Lande Cremer et al. (1979) is dit product niet onderzocht.
- In het artikel wordt opgemerkt dat de nitrificatie van ammonium die vrijkomt bij mineralisatie van gewasresten en organische stof in de bodem veel minder wordt geremd dan de met mest toegediende ammonium. Bij scheuren van grasland komt de stikstof geleidelijk vrij door mineralisatie en de vraag is in welke mate dan de nitrificatie van stikstof wordt geremd.
- De mineralisatie van gewasresten (wortels en stoppels) is een belangrijke bron van stikstof in gescheurd grasland. Het is niet duidelijk hoe groot de effectiviteit is van metam-natrium dat op 10 cm diepte moet worden geïnjecteerd (Zie Annex 3) op de nitrificatie van deze stikstof.
- Het onderzoek van de La Lande Cremer et al. (1979) is uitgevoerd op bouwland. De populatie micro-organismen is mogelijk anders in bouwland dan in grasland en kan anders reageren op grondontsmetting.

In onderzoek van Lebbink en Kolenbrander (1974) zijn DD en metam-natrium (MS) vergeleken op bouwland gelegen op zand- en kleigronden. In deze studie is geen organische mest of kunstmest toegediend. Na ontsmetting trad er een flush op van stikstof (gemiddeld 10 kg N per ha); dit duidt er op dat deze stikstof vrijkomt uit de ontsmette bodem (waarschijnlijk stikstof die vrijkomt uit gedode micro-organismen).

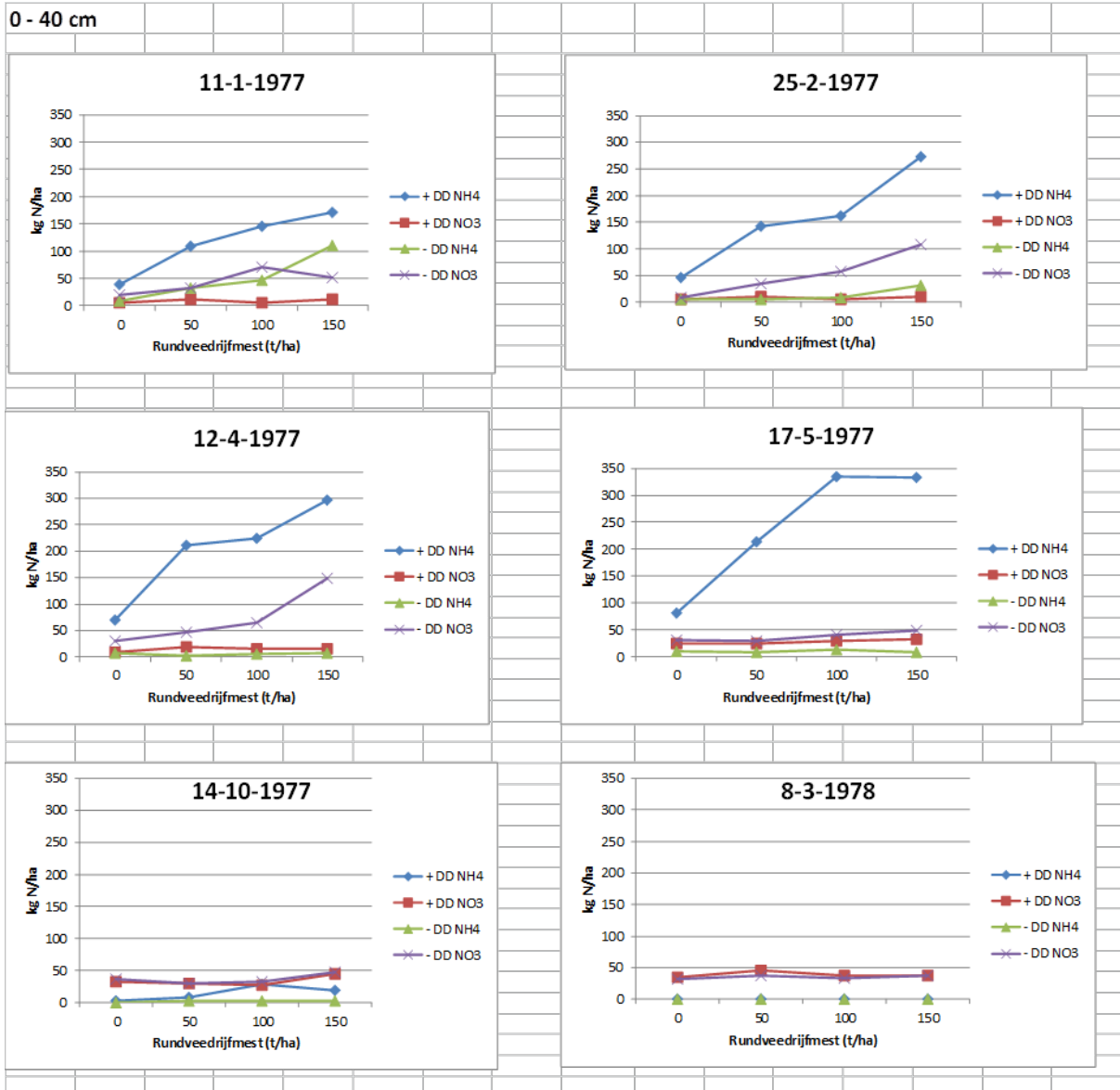
Ontsmetting in september resulteerde in maart in lagere hoeveelheden ammonium dan ontsmetting half oktober (Figuur 8). Het verschil wordt verklaard door het weer op gang komen van de nitrificatie in de winter na ontsmetting in september. Ontsmetting in november en december resulteerde in lagere ammoniumgehalten. De oorzaak hiervan is dat naarmate later wordt ontsmet de mineralisatie lager is door de lagere temperatuur.

Ontsmetting in oktober gaf in het voorjaar een constante hoeveelheid ammonium. In deze periode werd er blijkbaar evenveel ammonium geproduceerd door mineralisatie als er wordt omgezet door nitrificatie (Figuur 9). Ontsmetting in november en december geeft een toename van de hoeveelheid ammonium in het voorjaar. Lebbink en Kolenbrander (1974) geven aan dat de mineralisatiesnelheid in deze periode hoger is dan de nitrificatiesnelheid. De hoeveelheid ammonium daalt sterk in juni onafhankelijk

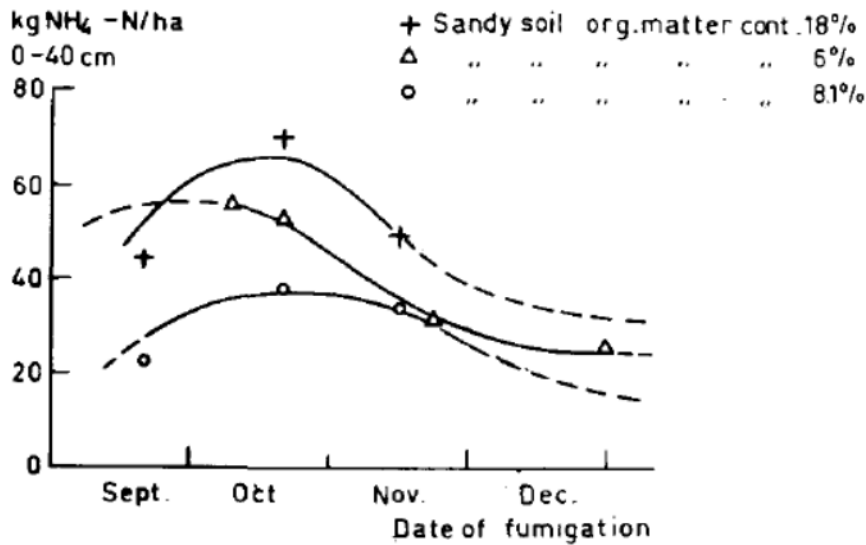
van de ontsmettingsdatum (Figuur 8); het nitrificatieproces is dan weer op gang gekomen (want de proef werd uitgevoerd zonder gewas).

Lebbink en Kolenbrander (1974) vergeleken ook de effecten van DD en MS op het nitrificatieproces in zand- en kleigronden. Op zandgronden resulteerde ontsmetting eind oktober met MS in het voorjaar in een lagere hoeveelheid ammonium dan ontsmetting met DD. Blijkbaar remde MS de nitrificatie minder sterk dan DD. Naarmate later in het jaar werd ontsmet werden de verschillen in het effect van beide middelen op de nitrificatie kleiner.

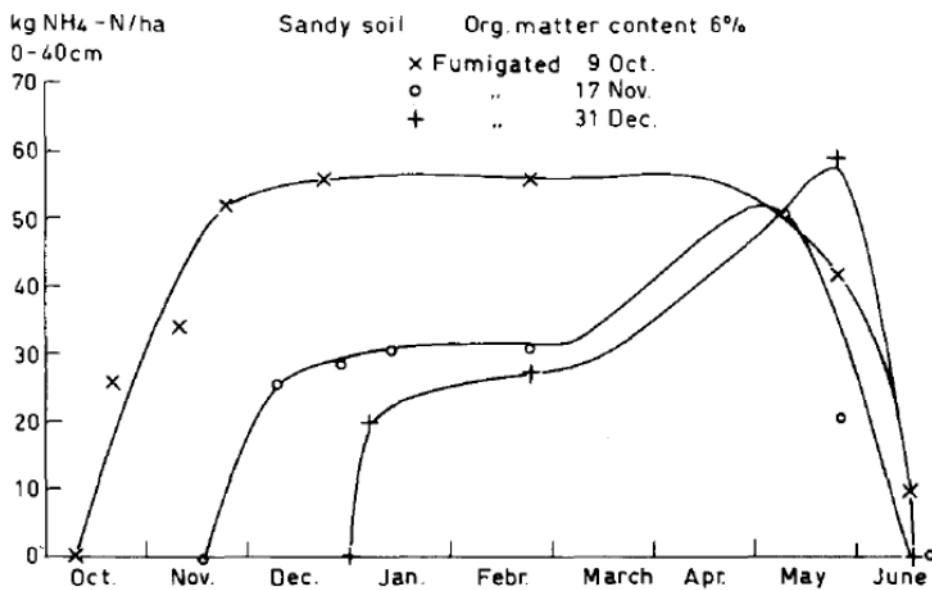
Een samenvatting van de resultaten van Lebbink and Kolenbrander (1974) wordt gegeven in Tabel 2. De toename in minerale N in de 0 – 40 cm laag van zandgronden na ontsmetting met DD varieerde van 10 kg na een droge winter tot 50 kg per ha na een natte winter. Na een winter met gemiddelde neerslag was de toename 30 kg N/ha. Ontsmetting met MS op zandgrond gaf een toename van 10 kg N per ha voor een droge winter, 20 kg N per ha voor een gemiddelde winter en 30 kg N per ha voor een natte winter. Grondontsmetting in oktober met MS op zandgronden resulteerde dus tot hogere gehalte aan minerale N (10 – 30 kg N per ha) in het voorjaar dan in onbehandelde grond. Dit zou deels kunnen zijn veroorzaakt door de flush aan stikstof door grondontsmetting, maar kan er ook op duiden dat MS de verliezen aan nitraat in de winter heeft verminderd. De toename in minerale stikstof ten gevolge van ontsmetting was op kleigronden veel lager dan op zandgronden. Remming van nitrificatie of de flush aan stikstof was blijkbaar minder in kleigronden dan in zandgronden. Grondontsmetting met DD remde de nitrificatie sterker dan ontsmetting met MS na winters met gemiddelde of hoge neerslag.



Figuur 7. Verloop van het gehalte aan ammonium en nitraat in bouwland na toediening van runderdrijfmest op 11 november 1976 met op 17 november 1976 wel (+ DD) en geen (- DD) grondontsmetting (Resultaten La Lande Cremer et.al., 1979).



Figuur 8. Het gehalte aan ammoniumstikstof (NH<sub>4</sub>-N) in kg N per ha in zandgronden in maart na ontsmetting met DD op verschillende tijdstippen in de voorafgaande herfst (Lebbink en Kolenbrander, 1974).



Figuur 9. Het verloop van het gehalte aan ammoniumstikstof (NH<sub>4</sub>-N) in een zandbodem na ontsmetting op verschillende data (Lebbink and Kolenbrander, 1974). Het artikel geeft niet aan om welke middel het hier gaat.

Tabel 2. Hoeveelheid minerale N (kg per ha) in de bodem (laag 0 – 40 cm) na de winter na grondontsmetting met DD en metam-natrium (MS) in oktober, vergeleken met onbehandelde grond (Lebbink and Kolenbrander, 1974).

Neerslag in winter	Zandgrond			Kleigrond		
	Onbehandeld	Behandeld		Onbehandeld	Behandeld	
		DD	MS		DD	MS
Droog	40	50	50	40	50	50
Gemiddeld	20	50	40	25	35	25

Nat	0*	50*	30	0*	20*	0*
			*			

\*geen nitraat aanwezig

De belangrijkste conclusies met betrekking tot grondontsmetting zijn dus:

- Grondontsmetting leidt tot het doden van bodem micro-organismen, hetgeen kan leiden tot een toename van mineralisatie. In onderzoek van Lebbink en Kolenbrander (1974) trad er direct na grondontsmetting een 'stikstofflush' op van gemiddeld 10 kg N per ha. Deze tijdelijke toename van mineralisatie werd ook in een (laboratorium)studie gevonden.
- Chemische ontsmetting in het najaar kan leiden tot remming van nitrificatie en daardoor tot een lager risico op nitraatuitspoeling;
- Het middel dat nu wordt toegepast (Metam-natrium; MS) leidt tot minder remming van nitrificatie dan DD, het middel dat vroeger was toegestaan;
- Hoe eerder de grondontsmetting in het najaar wordt toegepast, hoe eerder de nitrificatie weer op gang komt;
- Op zandgrond werd de nitrificatie door ontsmetting langer geremd dan op kleigrond; en

### 3.1.3 Effect van inzaaidatum op stikstofopname door een vanggewas

Voor de teelt van gladiolen en lelies is het toegestaan grasland te vernietigen in de periode van 1 tot en met 15 augustus. Hieraan zijn twee voorwaarden verbonden:

- er moet meteen na het vernietigen grondontsmetting plaatsvinden;
- uiterlijk 15 september moet er een stikstofbehoefstig gewas ingezaaid zijn.

De hoeveelheid stikstof dat een stikstofbehoefstig gewas of vanggewas kan opnemen, is afhankelijk van de gewassoort, de zaaidatum, de hoeveelheid N in de bodem, de weersomstandigheden, de duur van de opnameperiode en het tijdstip van vernietigen (doodspuiten en/of ploegen). Hieronder wordt eerst een schatting gegeven van de stikstofopname van een vanggewas dat in het najaar wordt gezaaid en in het voorjaar vernietigd (de maximale stikstofopname) en daarna de stikstofopname indien het vanggewas in het najaar wordt ingezaaid én vernietigd.

#### *Vernietigen vanggewas in het voorjaar*

Van Dam (2006) geeft aan dat het vanggewas bladkool, dat voor half augustus wordt gezaaid, maximaal 200 kg N per ha kan opnemen. Uitstellen van de zaai vanaf half augustus vermindert de stikstofopname van het vanggewas met 3,3 kg N per ha per dag. Volgens deze cijfers zou er bij inzaai op 15 september 100 kg N per ha en bij inzaai op 15 oktober 0 kg N per ha worden vastgelegd door bladkool. Verhoeven en Schröder (2011) geven in een recent verschenen overzicht lagere cijfers dan Van Dam (2006) voor zowel de opname als de afname van de opnamecapaciteit in afhankelijkheid van de zaaidatum (Tabel 3), maar beide schattingen komen ten aanzien van inzaai in oktober redelijk overeen. Het gaat in tabel 3 om een meerjarig gemiddelde van meerdere gewassen. De afname van de N opname capaciteit is afhankelijk van de zaaidatum en varieert van 1,0 – 1,6 kg N per ha per dag.

*Tabel 3. De voorspelde vastlegging van stikstof in de boven- en ondergrondse delen van vanggewassen in relatie tot de start van hun groeiseizoen bij normaal weer - meerjarig gemiddelde 1970-2000 (Verhoeven en Schröder, 2011).*

Startdatum groeiseizoen vanggewas	Stikstofvastlegging (kg N/ha)
1 september	65
15 september	40
1 oktober	20
15 oktober	5

Na ontsmetting wordt geadviseerd minimaal 1 tot 3 weken de grond ongestoord te laten liggen om het middel zo effectief mogelijk te laten zijn. Daarnaast is het advies na de ontsmetting 3 tot 6 weken te wachten alvorens te planten of te zaaien. Onder ongunstige omstandigheden kan deze periode langer zijn, zoals bij een hoog vochtgehalte van de grond, lage temperatuur en sterk absorberende grondsoort. Ervan uitgaande dat het vanggewas drie weken na ontsmetting wordt ingezaaid, kan met behulp van de bovenstaande gegevens van Van Dam (2006) en Verhoeven en Schröder (2011) de stikstofopname worden geschat (Tabel 4).

Tabel 4. De geschatte stikstofopname van een vanggewas in afhankelijkheid van de zaaidatum\*.

Ontsmetten	Inzaai vanggewas	Geschatte opname kg N/ha	
		Van Dam (2006)	Verhoeven en Schröder (2011)
1 augustus	22 augustus	177	85**
15 augustus	5 september	131	57
1 september	22 september	75	31
15 september	6 oktober	28	14
1 oktober	22 oktober	-	-

\*Bij de berekening van de stikstofopname in afhankelijkheid van de zaaidatum is per dag 3,3 kg N per ha afgetrokken van de door Van Dam (2006) gerapporteerde 200 kg N per ha. Hierbij is aangenomen dat deze afname in de tijd constant blijft. Bij de berekening gebaseerd op de gegevens van Verhoeven en Schröder (2011) is uitgegaan van de cijfers uit Tabel 3. De afname van de opnamecapaciteit is berekend door het verschil in opname tussen twee tijdstippen te delen door het aantal dagen.

\*\*Bij zaaien op 1 september wordt 65 kg N opgenomen. Er wordt aangenomen dat bij zaaien op 22 augustus er 20 kg extra N wordt vastgelegd.

Op basis van deze cijfers is de verwachting dat de stikstofopname van een vanggewas dat is gezaaid in of na oktober zeer laag is. Een vanggewas dat op 22 augustus wordt gezaaid kan 85 – 177 kg N per ha meer opnemen dan een gewas dat in oktober wordt ingezaaid en een vanggewas dat op 5 september kan worden ingezaaid neemt 57 – 131 kg N per ha meer op dan een vanggewas dat in oktober wordt ingezaaid.

#### *Vernietigen vanggewas in het najaar*

Als een vanggewas in het najaar eind september wordt vernietigd, dan zal de stikstofopname circa 15 - 30 kg N per ha lager zijn (Tabel 4) ten opzichte van de situatie dat een vanggewas tot het voorjaar blijft staan. Als het vanggewas in het najaar wordt vernietigd dan mag worden verwacht dat na scheuren in oktober er geen vanggewas zal worden geteeld.

De stikstofopname door een vanggewas dat na scheuren in augustus wordt ingezaaid, is dus veel hoger (50 tot meer dan 100 kg N per ha) dan een vanggewas dat in oktober wordt ingezaaid. Dit is in de situatie dat het vanggewas in het voorjaar wordt vernietigd. Indien het vanggewas eind september wordt vernietigd dan zal de stikstofopname beduidend lager zijn (31 - 75 kg N per ha; tabel 4). Een vanggewas dat in oktober wordt ingezaaid zal nauwelijks stikstof opnemen (minder dan 30 kg N per ha).

#### 3.1.4 Synthese

Het risico op nitraatuitspoeling wordt door verschillende factoren bepaald, waarbij de stikstofbemesting, weersomstandigheden en grondsoort (uitspoelingsgevoeligheid) een belangrijke rol spelen. Daarnaast wordt het risico op nitraatuitspoeling bij de teelt van bollen na het scheuren van grasland in het najaar in sterke mate bepaald door:

- i) de mineralisatie van de organische stikstof uit het gescheurde grasland,
- ii) het effect van grondontsmetting op mineralisatie en nitrificatie en
- iii) de stikstof uit het gescheurde grasland dat door een vanggewas kan worden opgenomen.

De mineralisatie is lager bij scheuren van grasland in oktober dan bij scheuren in augustus (paragraaf 3.1.1). In de winter is de totale hoeveel stikstof, die door mineralisatie vrij komt, gemiddeld 50 kg N per ha hoger na scheuren in augustus dan na scheuren in oktober. De variatie in stikstofmineralisatie is echter groot, waarbij factoren als leeftijd van het grasland, grondsoort, beheer en weer een rol spelen.

De stikstofopname door een vanggewas dat na het scheuren in oktober wordt ingezaaid is veel lager (50 tot meer dan 100 kg N per ha bij het vernietigen van het vanggewas in het voorjaar) dan een vanggewas dat eind augustus of begin september wordt ingezaaid (paragraaf 3.1.3). Als een vanggewas in het najaar (eind september) wordt doodgespoten, dan zal de stikstofopname circa 31 - 75 kg N per ha lager zijn (Tabel 4) ten opzichte van de situatie dat een vanggewas tot het voorjaar blijft staan. Bij het vernietigen van een vanggewas eind september zal een deel van de opgenomen stikstof door mineralisatie weer vrijkomen en tot uitspoeling kunnen leiden.

Het risico op nitraatuitspoeling is groter bij scheuren in oktober dan bij scheuren in augustus (gemiddeld circa 55 kg N per ha; en 14 – 28 kg N per ha hoger indien geen vanggewas wordt gezaaid in oktober). De vraag die resteert, is of de remmende werking van grondontsmetting op de nitrificatie dit verschil tussen stikstof-mineralisatie en stikstofopname goed kan maken.

Grondontsmetting kan nitrificatie (deels) remmen, waarbij geldt dat bij vroeg ontsmetten de nitrificatie voor of in de winter weer op gang kan komen. Grondontsmetting na scheuren in oktober zal waarschijnlijk tot een sterkere remming van nitrificatie gedurende de winter resulteren dan ontsmetting in augustus. Grondontsmetting leidt ook tot een tijdelijke toename van de mineralisatie, hetgeen het risico op nitraatuitspoeling doet toenemen.

Bij het vernietigen van een vanggewas in het najaar is de stikstofopname lager dan bij het vernietigen in het voorjaar en kan een deel van de opgenomen stikstof door mineralisatie weer beschikbaar komen.

Er zijn geen experimentele gegevens in de literatuur beschikbaar over het effect van tijdstip van scheuren en grondontsmetting op nitraatuitspoeling uit gescheurd grasland. Op basis van andere literatuur en aannames over mineralisatie, effecten van grondontsmetting en stikstofopname door vanggewassen wordt geconcludeerd dat:

- het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren en grondontsmetting in oktober waarschijnlijk hoger is dan bij scheuren en grondontsmetting in augustus, gevolgd door inzaai van een vanggewas vóór 15 september, indien dit vanggewas in het voorjaar wordt vernietigd;
- het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren en grondontsmetting in oktober waarschijnlijk gelijk is of lager dan bij scheuren en grondontsmetting in augustus, gevolgd door inzaai van een vanggewas vóór 15 september, indien dit vanggewas in hetzelfde najaar weer wordt vernietigd.

De onzekerheid van deze conclusies is echter groot. Bovendien zal het risico op uitspoeling tussen jaren verschillen, omdat zowel de temperatuur als de neerslag een groot effect hebben op de mineralisatie, de stikstofopname door het vanggewas en de remming van nitrificatie door grondontsmetting.

### **3.2 Maatregelen die uitspoeling beperken**

Om nitraatuitspoeling bij het scheuren van grasland in oktober te beperken kunnen de volgende maatregelen worden toegepast:

- Zo snel mogelijk een vanggewas inzaaien (al hoewel de stikstofopname in oktober in de meeste jaren beperkt zal zijn);
- Zo snel mogelijk na scheuren grondontsmetting toepassen.

Daarenboven kan het risico op nitraatuitspoeling worden verminderd door het grasland niet te bemesten (zie paragraaf 2.2.1).

In het kader van graslandvernieuwing is het korten van de gebruiksnorm voor het gehele bedrijf één van de opties om de gemiddelde nitraatuitspoeling constant te houden, in het geval dat een perceel in het najaar werd gescheurd. In het geval van bollenteelt ligt dit minder voor de hand, omdat het meestal om gehuurde percelen gaan die ver van het bollenbedrijf liggen



## 4. Effect van grondontsmetting na snijmaïs op nitraatuitspoeling

Het ministerie heeft de CDM gevraagd naar het effect van grondontsmetting na de teelt van maïs op nitraatuitspoeling in vergelijking tot het effect van de teelt van een wintergewas op nitraatuitspoeling. Het betreft hierbij zandgronden.

### 4.1 Grondontsmetting

Na de oogst van maïs is er minerale stikstof in het bodemprofiel aanwezig (residuaire minerale stikstof), grotendeels in de vorm van nitraat (vaak meer dan 90% van de totale hoeveelheid minerale stikstof). Een groot deel van deze stikstof kan tijdens de winter verloren gaan door uitspoeling en denitrificatie. De residuaire minerale stikstof wordt bepaald door de aanvoer van stikstof tijdens het groeiseizoen (via o.a. bemesting en mineralisatie) en de afvoer van stikstof door het gewas en eventueel optredende verliezen (door denitrificatie en nitraatuitspoeling). De residuaire minerale stikstof neemt toe als de aanvoer van stikstof groter is dan de afvoer. Naast bemesting is het weer een belangrijke factor die de residuaire minerale stikstof bepaalt, aangezien het weer de stikstofomzettingen in de bodem, de stikstofverliezen en de stikstofopname door het gewas beïnvloedt. De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem direct na de oogst van snijmaïs kan variëren van ongeveer 10 tot enkele tientallen kg per ha (bv. Ten Berge, 2002; Hack-ten Broeke et al., 2004; Schröder et al., 1998, 2011). Bij hoge mestgiften of bij de teelt van snijmaïs na gescheurd grasland kan deze hoeveelheid oplopen tot meer dan 100 kg N per ha.

Grondontsmetting na de oogst van maïs heeft geen effect op de residuaire nitraatstikstof die direct na de oogst van maïs in de bodem al aanwezig is. Grondontsmetting kan mogelijk wel de nitrificatie remmen van het ammoniumdeel van de residuaire minerale N, maar deze hoeveelheid is meestal lager dan de hoeveelheid nitraat. Het mag niet worden uitgesloten dat grondontsmetting ook denitrificerende bacteriën remt, zodat denitrificatie van de al in de bodem aanwezige nitraat lager is indien grondontsmetting wordt toegepast. Dit zou het risico op uitspoeling van deze nitraat kunnen verhogen, maar er zijn geen gegevens in de literatuur gevonden over effecten van grondontsmetting op denitrificatie.

Grondontsmetting kan leiden tot remming van de nitrificatie van stikstof die door mineralisatie vrijkomt in de winter, maar er is slechts één studie in Nederland gevonden waarin dit is onderzocht (zie paragraaf 3.1.2). In het onderzoek van Lebbink en Kolenbrander (1974) zijn DD en metam-natrium (MS) vergeleken op bouwland (na de teelt van aardappelen) gelegen op zand- en kleigrond. De resultaten van dit onderzoek kunnen een indruk geven van de effecten van grondontsmetting na de teelt van snijmaïs. Direct na ontsmetting trad er een toename van minerale stikstof in de bodem op (gemiddeld 10 kg N per ha). Ontsmetting in oktober met MS leidde tot hogere gehalten aan minerale stikstof in de bodem in het voorjaar in vergelijking tot geen grondontsmetting. Dit verschil bedroeg op zandgrond gemiddeld 20 kg N per ha; 10 kg N per ha in droge winters en 30 kg N per ha in natte winters (Tabel 2). Het effect van grondontsmetting met DD, een middel dat nu niet meer is toegestaan, was groter (10 – 50 kg N per ha; gemiddeld 30 kg N per ha). Het verschil tussen DD en MS geeft aan dat MS de nitrificatie niet volledig had geremd. Grondontsmetting met MS reduceerde het stikstofverlies in de winter gemiddeld met ongeveer 10 kg N per ha reduceerde (i.e. 20 kg N per ha meer minerale stikstof in het voorjaar, gecorrigeerd voor de flush van 10 kg N per ha).

In een onderzoek met verschillende grondsoorten in Vlaanderen leidde grondontsmetting met DD tot een hogere stikstofmineralisatie in de periode vlak na toediening (De Neve et al., 2004). Dit komt overeen met uit de flush in stikstof door grondontsmetting in de studie van Lebbink en Kolenbrander (1974). Er waren duidelijke verschillen tussen grondsoorten in het effect van grondontsmetting op mineralisatie en nitrificatie, maar De

Neve et al. (2004) konden geen relatie vinden tussen bodemeigenschappen en effecten van grondontsmetting op stikstofomzettingen.

Zoals herboven aangegeven kan grondontsmetting alleen een effect hebben op het verlies van nitraat dat na de oogst vrijkomt door nitrificatie. Het heeft geen effect op de residuaire nitraat dat direct na oogst al in de bodem aanwezig is. De stikstof die na de oogst nitrificeert bestaat uit i) residuair ammonium, ii) mineralisatie van gewasresten, iii) mineralisatie van organische stikstof uit mest en iv) mineralisatie van bodem organische stikstof. Als wordt aangenomen dat de minerale N na de oogst voor 90% uit nitraat en 10% uit ammonium bestaat en dat er 50 kg minerale N aanwezig is, dan bedraagt de hoeveelheid residuaire ammonium 5 kg N per ha. De mineralisatie van gewasresten van snijmais in de winter is laag (< 5 kg N per ha; Schröder, 2002). Op basis van Schröder (2002) wordt geschat dat de mineralisatie uit mest in de winter 5–10 kg N per ha bedraagt (aannemende dat 40 m<sup>3</sup> rundermest is toegediend per ha) en 10–25 kg N per ha uit bodem organische stof. De totale mineralisatie in de winter na de oogst van mais bedraagt gemiddeld dus ongeveer 15 – 35 kg N per ha. Daarnaast zit er nog gemiddeld 5 kg residuair ammonium in de bodem. Dus de totale hoeveelheid ammonium die in de bodem aanwezig is of vrijkomt in de winter na de oogst van mais bedraagt gemiddeld 30 kg N per ha (met een grote spreiding). Zonder grondontsmetting zal slechts een deel van deze ammonium nitrificeren tijdens de winter. De nitrificatie verloopt niet volledig door bij een lage temperatuur en de vaak natte omstandigheden (Malhi en McGill, 1982). De 30 kg ammonium-N per ha zal dus niet volledig worden genitrificeerd tijdens de winter. Het verschil tussen DD en MS in het onderzoek van Lebbink en Kolenbrander (1974) laat zien dat grondontsmetting bij de huidige “milde” ontsmettingsmiddelen niet leidt tot een volledige remming van nitrificatie. Op basis van deze redenering (30 kg ammonium-N per ha aanwezig, een niet volledige nitrificatie zonder grondontsmetting en een niet volledige remming van nitrificatie door MS) wordt verwacht dat het gemiddelde reducerend effect van grondontsmetting op nitraatverlies uit maisland niet hoger zal zijn dan de 10 kg N per ha die door Lebbink en Kolenbrander (1974) voor aardappelen is gevonden.

## **4.2 Teelt van een vanggewas**

Een vanggewas kan zowel een deel van de minerale stikstof die direct na de maïsoogst aanwezig is opnemen als een deel van de minerale stikstof die na de oogst door mineralisatie vrijkomt. In paragraaf 3.1.3 is al aangegeven dat het zaaitijdstip van het wintergewas cruciaal is; hoe later gezaaid, hoe lager de stikstofopname. Een vanggewas dat eind september wordt ingezaaid kan gemiddeld nog 20 – 30 kg N per ha opnemen (op basis van Verhoeven en Schröder, 2011 in tabel 3; uit onderzoek van Van Dam in tabel 4 blijkt dat bladkool meer stikstof kan opnemen). Bij inzaai van een vanggewas in oktober zal er slechts weinig stikstof meer worden opgenomen (minder dan 10 kg N per ha). Het eerder inzaaien van een vanggewas leidt tot een hogere stikstofopname (40 kg N per ha bij inzaai half september).

Naast het tijdstip van inzaai van een vanggewas (en oogst van mais) speelt het beheer van het vanggewas een belangrijke rol. Het is nodig om winterharde soorten en een hoge zaaidichtheid te kiezen (Verhoeven et al., 2011). Verhoeven et al. (2011) geven aan dat vernietiging van het vanggewas het beste vroeg in het voorjaar kan plaatsvinden, voordat er hergroei en stikstofopname optreedt (eind februari - begin april). Dan komt het door het vanggewas opgenomen stikstof het best ten goede aan het volgengewas.

Onderzaai van gras als vanggewas in snijmais is een optie om de stikstofvastlegging eerder te starten (Hoek en Paauw, 2009; Hilhorst en Verloop, 2009). In de praktijk wordt onderzaai echter amper toegepast, omdat de zaaimethode moeilijker is en omdat het perceel niet kan worden bewerkt (Hilhorst en Verloop, 2009).

Het vervroegen van de oogst van snijmais naar begin september is een andere optie om de stikstofopname van het vanggewas te vergroten, maar dit kost enige opbrengst (circa

7%; Verhoeven et al., 2011). De teelt van vroegere rassen is de meest perspectievolle maatregel om de snijmaïsoogst te vervroegen zonder duidelijk opbrengstverlies (Verhoeven et al., 2011).

### **4.3 Effectiviteit grondontsmetting ten opzichte van een vanggewas**

Er is slechts één studie gevonden waarin gekeken is naar het effect van grondontsmetting op stikstofverlies. Gemiddeld reduceerde grondontsmetting na aardappelen met Metam-natrium in oktober het stikstofverlies met ongeveer 10 kg N per ha (zie paragraaf 4.1). Factoren als gehalte aan organische stof in de bodem, bemestingshistorie, hoeveelheid gewasresten en het weer tijdens de winter (zowel temperatuur als neerslag) beïnvloeden allen het effect van grondontsmetting op het stikstofverlies. Daardoor zal het effect van grondontsmetting op nitraatuitspoeling een grote spreiding vertonen. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat het gemiddelde reducerend effect van grondontsmetting op nitraatverlies uit maïsland veel hoger zal zijn dan de 10 kg N per ha die voor aardappelen is gevonden.

Een vanggewas dat eind september wordt ingezaaid kan gemiddeld nog 20 – 30 kg N per ha opnemen. Bij latere inzaai zal de stikstofopname sterk afnemen (< 10 kg N per ha) en eerder inzaaien van een vanggewas leidt tot een duidelijk hogere stikstofopname.

De hoeveelheid minerale N in de bodem na de oogst van maïs zal rond de 50 kg N per ha liggen (maar de spreiding tussen percelen en tussen jaren is groot). Daarnaast treedt er na de teelt van maïs mineralisatie op van gewasresten (<5 kg N per ha), organische N uit mest (5 – 10 kg N per ha) en bodem organische stof (10 – 25 kg N per ha; Schröder, 2002). In totaal zal na de teelt van snijmaïs gemiddeld rond de 75 kg minerale N per ha gevoelig zijn voor uitspoeling. Het risico op uitspoeling wordt dus zowel door grondontsmetting als door de teelt van een vanggewas slechts gedeeltelijk beperkt; een groot deel van de minerale stikstof die na de teelt van maïs in de bodem aanwezig is of vrijkomt blijft gevoelig voor uitspoeling.

Op basis van de beperkte hoeveelheid informatie die beschikbaar is, wordt voorlopig geconcludeerd dat het effect van grondontsmetting op het risico op nitraatuitspoeling vergelijkbaar is met dat van de teelt van een vanggewas, indien dit gewas begin oktober wordt ingezaaid. Het effect van grondontsmetting is groter bij inzaai van een vanggewas na half oktober en kleiner bij de inzaai in september. Er moet hierbij nadrukkelijk worden vermeld dat er geen onderzoek beschikbaar is waarin de effectiviteit van grondontsmetting en de teelt van vanggewassen op de uitspoeling van nitraat is vergeleken. De stikstofopname door een vanggewas kan worden verhoogd door onderzaai of vervroeging van de oogst van snijmaïs. Het is niet duidelijk of er mogelijkheden zijn om de remming van nitrificatie door grondontsmetting te verhogen (behalve gebruik van andere middelen). De landbouwsector maakt zich zorgen over een teruglopende bodemvruchtbaarheid. Een vanggewas is een bron van organische stof en heeft een positief effect op de bodemstructuur. Een goede bodemvruchtbaarheid heeft een positief effect op de gewasopbrengst.

### **4.4 Conclusies**

De belangrijkste conclusies met betrekking tot de effecten van grondontsmetting op nitraatuitspoeling zijn:

- Grondontsmetting na de oogst van maïs heeft geen effect op de nitraat die direct na de oogst van snijmaïs al in de bodem aanwezig was. Grondontsmetting kan mogelijk wel de nitrificatie remmen van de ammonium die na de oogst van maïs in de bodem aanwezig is. Daarnaast kan grondontsmetting de nitrificatie remmen van de stikstof die na de oogst vrijkomt door mineralisatie.

- Een vanggewas kan een deel van de minerale stikstof die direct na de maïsoogst in de bodem aanwezig is en een deel van de stikstof die na de oogst door mineralisatie vrijkomt opnemen.
- Grondontsmetting leidt tijdelijk tot een sterke toename van stikstofmineralisatie, waardoor de hoeveelheid minerale stikstof na grondontsmetting toeneemt.
- Bodemeigenschappen beïnvloeden het effect van grondontsmetting op mineralisatie en nitrificatie en de verschillen tussen grondsoorten zijn groot. Het middel DD (niet mee toegestaan in Nederland) remde de nitrificatie gedurende een periode die varieerde van 3 tot 17 weken bij verschillende gronden in een incubatiestudie bij 23°C.
- In een studie uit de jaren '70 met aardappelen op zandgrond reduceerde grondontsmetting met Metam-natrium in oktober het stikstofverlies tijdens de winter met ongeveer 10 kg N per ha. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat het gemiddelde effect van grondontsmetting op vermindering van nitraatverlies uit maisland veel hoger zal zijn dan de 10 kg N per ha die voor aardappelen is gevonden.
- Een vanggewas dat eind september wordt ingezaaid kan gemiddeld nog 20 – 30 kg N per ha opnemen. Bij later inzaai zal de stikstofopname sterk afnemen (< 10 kg N per ha) en het eerder inzaaien van een vanggewas leidt tot een duidelijk hogere stikstofopname.
- Op basis van de beperkte hoeveelheid informatie die beschikbaar is, wordt geconcludeerd dat het reducerend effect van grondontsmetting op nitraatuitspoeling vergelijkbaar is met het effect van een vanggewas, indien dit gewas begin oktober wordt ingezaaid. Het reducerend effect van grondontsmetting is groter dan dat van een vanggewas, indien het vanggewas na half oktober wordt ingezaaid. Omgekeerd is het reducerend effect van grondontsmetting kleiner dan dat van een vanggewas, indien het vanggewas al in september wordt ingezaaid. De onzekerheid van deze conclusies is groot, want er is geen onderzoek beschikbaar waarin de effecten van grondontsmetting en de teelt van vanggewassen op de uitspoeling van nitraat is vergeleken.

## Referenties

- Adams, W.A. and M.T. Jan (1999) Utilization of nitrogen accumulated by a clover containing ley following cultivation. *Soil Use and Management* 15, 247-253.
- Berge, ten H.F.M (ed.) (2002) A base-line survey of indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. *Plant Research International* 31, Wageningen.
- Bussink, D.W., Boer de, H.C., Boons-Prins, E.R., Schils, R.L.M. 2003. Toetsing van voorjaarsmeststoffen op grasland; 2002. Rapport 807.01, Nutrienten Management Instituut, Wageningen.
- Dam, van A.M., 2006. Understanding the reduction of nitrogen leaching by catch crops. PhD thesis, Wageningen Universiteit, The C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology and Resource Conservation, Wageningen, The Netherlands.
- Dekker, P., W. van den Berg, L. Bommelé en D. Reheul (2005) Landbouwkundige en milieutechnische aspecten bij teelt van aardappelen op gescheurd grasland. N levering bij voorhistorie akkerbouw, tijdelijk grasland en ex-blijvend grasland en de N-benutting door aardappelen in een veldproef van de Universiteit van Gent (B) te Melle in 2002 en 2003. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving PPO-rapport nr. 510179.
- De La Lande Cremer, L.C.N., G. Lebbink en H.O. Groenwold, 1979. Invloed van grondontsmetting met dd op de stikstofhuishouding van met rundveedrijfmest of kippedrijfmest bemeste zandgrond, tot twee jaar na de behandeling. Rapport 7 – 79. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid Haren-Groningen.
- De Neve, S., G. Csitári, J. Salomez, and G. Hofman (2004) Quantification of the effect of fumigation on short- and long-term nitrogen mineralization and nitrification in different soils. *Journal of Environmental Quality* 33, 1647 – 1652.
- Dijk, van W., T.B. Hofman, K. Nijssen, H. Everts, A.P. Wouters, J.G. Lamers, J. Alblas, and J. van Bezooijen (1996) Effecten van mais-gras Vruchtwisseling. Verslag Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond No. 217, 140 pp.
- Dolfing, J., N. Buchkina & P.J. Kuikman (2004) Mogelijkheden tot vermindering van emissie van lachgas uit landbouwgronden bij toepassing van verschillende mestsoorten en nitrificatieremmers; laboratoriumproeven en aanbevelingen voor veldexperimenten. Alterra rapport 890, 40 pp.
- Hack-ten Broeke, M.J.D., S.L.G.E. Burgers, A. Smit, H.F.M. ten Berge, J.J. de Gruijter, I.E. Hoving, M. Knotters, S. Radersma & G.L. Velthof (2004) Ontwikkeling van een indicator om te Sturen Op Nitraat; Gegevens en regressieanalyse op basis van drie meetseizoenen (2000-2001, 2001-2002 en 2002-2003) Alterra-rapport 1053, Reeks Sturen op Nitraat 12, 117 pp.
- Hoek J. en J. Paauw (2009) Perspectieven van verschillende gewassen als stikstofvanggewas ná de oogst van mais Literatuurstudie naar de perspectieven van groenbemesters en wintergranen als stikstofvanggewas ná de oogst van mais op zand- en lössgronden. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Projectnummer: 3250143300.
- Hilhorst, G.J. en J. Verloop (2009) Opbrengst vanggewas na mais. Koelen en Kansen, Rapport nr. 51
- Hoving, I.E. & G.L. Velthof (2006) Landbouw- en milieukundige effecten van graslandvernieuwing op zand- en kleigrond. Praktijk Rapport 83. Animal Science Group, Lelystad.
- Janssen B.H. (1984) A simple method for calculating decomposition and accumulation of young soil organic matter. *Plant and soil* 76; 297-304.
- Kuikman, P., R. Schils, C. van Beek en G. Velthof (2010) Nitrificatieremmers in de Nederlandse landbouw, potentiële vermindering van lachgasemissie. Alterra rapport 2016, 33 pp.
- Lebbink, G and G.J. Kolenbrander, 1974. Quantitative effect of fumigation with 1,3-dichloropropene mixtures and with metham sodium on the soil nitrogen status. *Agriculture and Environment* 1, 283.292.

- Lloyd, A., 1992. Nitrate leaching under arable land ploughed out from grass. Proceedings Fertiliser Society 330, 32 pp.
- Malhi, S.S., W.B. McGill, 1982. Nitrification in three Alberta soils: Effect of temperature, moisture and substrate concentration, *Soil Biology and Biochemistry* 14, 393-399.
- Nevens F. and Reheul D. (2002) The nitrogen- and non-nitrogen-contribution effect of ploughed grass leys on the following arable forage crops: determination and optimum use. *European Journal of Agronomy* 16, 57-74.
- Richter, G.M., A. Hoffman, B. Nieder & J. Richter, 1989. Nitrogen mineralization in loamy arable soils after increasing the ploughing depth and ploughing grasslands. *Soil Use and Management* 5, 169-173.
- Schröder, J.J., J.J. Neeteson, J.C.M. Withagen & I.G.A.M. Noij, 1998. Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. *Field Crops Research* 58, p. 55-67.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, G.L. Velthof, J.W. Reijs & B. Fraters. 2009, Nitrates Directive requires limited inputs of manure and mineral fertilizer in dairy farming systems. Report 222. Plant Research International, Wageningen, The Netherlands, 37 pp.
- Schröder, J.J. (2002) Post harvest changes in residual soil mineral N. pp. 91 – 96. In: Berge, ten H.F.M (ed.) (2002) A base-line survey of indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. *Plant Research International* 31, Wageningen.
- Schröder, J.J., D. Uenk, W. de Visser, F.J. de Ruijter, F. Assinck, G.L. Velthof en W. van Dijk (2011) Stikstofwerking van organische meststoffen op bouwland -resultaten van veldonderzoek in Wageningen in 2010/2011- Tussentijdse rapportage Plant Research International.
- Sheperd, M.A., D.J. Hatch, S.C. Jarvis & A. Bhogal, 2001. Nitrate leaching from reseeded pasture. *Soil Use and Management* 17, 97-105.
- Vellinga, Th. V., Hilhorst, G.J. 2001a. The role of tactical and operational grassland management in achieving agronomic and environmental objectives; 'de Marke', a case study. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49:207-228.
- Vellinga, Th. V., Van der Putten, A.H.J., Mooij, M. 2001b. Grassland management and nitrate leaching, a model approach. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49:229-253.
- Velthof, G.L. (2005) Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting, *Alterra-rapport* 1204, 98 p.
- Velthof G.L., I.E. Hoving, J. Dolfing, A. Smit, P.J. Kuikman and O. Oenema (2010) Method and timing of grassland renovation affects herbage yield, nitrate leaching, and nitrous oxide emission in intensively managed grasslands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. *Nutr Cycl Agroecosyst* (2010) 86: 401–412.
- Verhoeven, J. en J.J. Schröder, 2011. Teeltvervroeging ten behoeve van vanggewassen. *Informatieblad Mineralen en Milieukwaliteit*. BO-12.07. Infoblad nr.33 augustus 2011.
- Verhoeven, J. C. Bus, W. van Dijk, W. van Geel, H. van Schooten, J. Schröder en R. Wustman (2011) Teeltvervroeging bij consumptieaardappel en snijmaïs op zand ten behoeve van vanggewassen deskstudie naar mogelijkheden en beperkingen. PPO-rapport
- Whitehead, D.C., Bristow, A.W., Lockyer, D.R. 1990. Organic matter and nitrogen in the unharvested fractions of grass swards in relation to the potential for nitrate leaching after ploughing. *Plant and Soil* 123: 39-49.
- Zwart, K.B., A.P. Whitmore & J.G. Bokhorst, 1999. Management of organic matter in open organic, ecological and integrated cropping systems. Final report. Report 102, AB-DLO, Wageningen, 90 pp (in Dutch).

Annex 1. Adviesaanvraag door ministerie van EL&I (12 april 2011; brief referentie 182726)

Geachte voorzitter,

Sedert 2006 gelden beperkende bepalingen voor het vernietigen van de graszode van grasland. Deze zijn onderdeel van de derogatiebeschikking en als zodanig onderdeel van afspraken die met de Europese Commissie zijn gemaakt over het te voeren nutriëntenbeleid.

Inmiddels is enkele jaren ervaring opgedaan met de maatregel. Afgaande op signalen van individuele ondernemers en van organisaties kan worden gesteld dat de voorschriften in het zandgebied, waar ze ook het meest beperkend zijn, op een beperkt draagvlak mogen rekenen. Om aan de bezwaren tegemoet te komen is recent besloten de uiterste datum voor het vernietigen op grasland te verschuiven van 11 mei naar 31 mei, bij vernieuwing van grasland. Daarnaast is ten behoeve van de teelt van voorjaarsbollen vrijstelling verleend van het verbod voor de periode van 1 tot 15 augustus, en is uitstel verleend voor de teelt van een volggewas tot 15 september; dit om grondontsmetting mogelijk te maken.

Dit alles heeft de bezwaren niet geheel kunnen wegnemen. Organisaties wijzen op praktische problemen, zoals mislukken graslandvernieuwing in het voorjaar, meer gewasbeschermingsmiddelen, moeilijkheden bij bestrijding engerlingen en beperking nateelten na gras. Ook het milieukundige voordeel van het in het voorjaar scheuren van grasland ten opzichte van het najaar wordt niet gezien. Men zou graag ook in de periode van 15 september tot 1 november grasland kunnen scheuren.

Ook telers van voorjaarsbloeiërs, zoals lelies en gladiolen, blijven moeite hebben met de beperkingen in het najaar. Zij zouden graag in oktober de mogelijkheid hebben de graszode van grasland gelegen op zand te vernietigen. Voordeel voor de ondernemers is dat verhuurders van grasland het volle seizoen gras kunnen oogsten en dat grondontsmetting in oktober meer passend is. Aan deze wijziging is de wens gekoppeld vrijgesteld te worden van de bepaling direct aansluitend aan het vernietigen een vanggewas te telen. Die wens houdt mede verband met aaltjesbestrijding.

Voor de beleidsmatige beoordeling van dit verzoek is inzicht nodig in de milieukundige gevolgen. Graag ontvang ik uw beoordeling daarvan. Kunt u daarbij ook aangeven in hoeverre de negatieve effecten van de bedoelde aanpassing van de voorschriften, kan worden beperkt door het stellen van voorwaarden. Ik denk hierbij o.m. aan een lagere stikstofgebruiksnorm voor vernietigd grasland.

Met het oog op de voorbereiding van het vijfde actieprogramma ontvang ik graag uw advies uiterlijk november 2011.

DE DIRECTEUR AGROKETENS





## Annex 2. Stikstofprocessen in de bodem

Stikstof wordt aangevoerd in minerale (ammonium en nitraat) en organische vorm als kunstmest, drijfmest, urine en faeces (tijdens beweiding), biologische N-binding en atmosferische depositie. In de bodem vinden allerlei omzetting- en transportprocessen plaats. Gras kan minerale N opnemen en omzetten in organische N. Deze N kan worden afgevoerd, via maaien en beweiding, of kan accumuleren in niet oogstbare delen (stoppels en wortels). De niet oogstbare delen sterven af en komen in de bodem terecht. De organische stof in de bodem bestaat voor een deel uit recent afgestorven organisch materiaal, voor een deel uit oudere organische stof, en voor een (gering) deel uit microbiële biomassa.

Bij mineralisatie wordt organische N door micro-organismen omgezet in ammonium. Bij N-immobilisatie wordt minerale N door micro-organismen omgezet in organische N. Mineralisatie en immobilisatie komen gelijktijdig voor, maar de grootte van beide processen kan in de tijd verschillen. De netto N-mineralisatie is het verschil tussen bruto mineralisatie en immobilisatie.

Nitrificatie is het microbiële proces waarbij ammonium wordt omgezet in nitraat. Daarvoor is zuurstof nodig. Denitrificatie is het microbiële proces waarbij nitraat onder zuurstofloze omstandigheden wordt omgezet in de gassen  $N_2$  en lachgas ( $N_2O$ ; een broeikasgas). De belangrijkste factoren die denitrificatie stimuleren zijn de aanwezigheid van nitraat, zuurstofloze omstandigheden en de aanwezigheid van gemakkelijk afbreekbare organische stof.

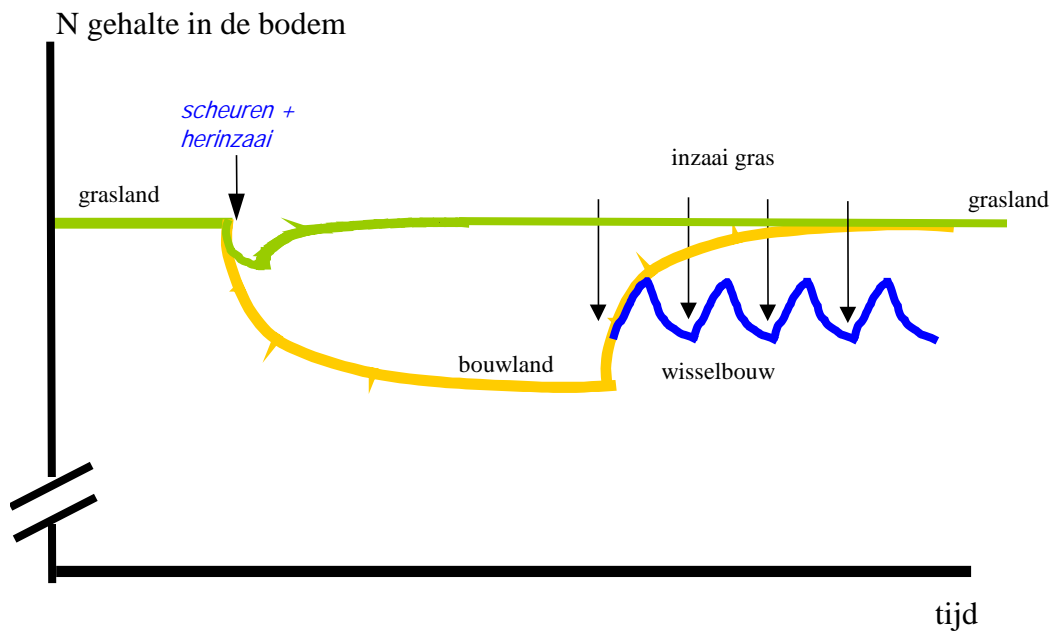
Nitraat wordt nauwelijks door de bodem geadsorbeerd en kan daardoor onder natte omstandigheden uitspoelen of denitrificeren, als het niet tijdig door het gewas wordt opgenomen of door micro-organismen wordt geïmmobiliseerd. De nitraatverliezen door uitspoeling en denitrificatie zijn hoog in de herfst en winter, aangezien in deze periode geen of beperkte N-opname door het gewas plaatsvindt en er tevens een neerslagoverschot is.

De intensiteit van de verschillende processen wordt in sterke mate bepaald door de aanvoer van N via de verschillende bronnen, de opname door het gras of ander gewas dat wordt geteeld na het scheuren van grasland, grondsoort, weersomstandigheden en waterhuishouding. Het scheuren van grasland kan ook een groot effect hebben op de verschillende processen.

In Figuur 1 wordt schematisch het verloop van het organische N gehalte in de bodem weergegeven in grasland, bouwland en gescheurd grasland bij herinzaai en bij omzetten naar bouwland.. Na (her)inzaai van grasland accumuleert organische N door het afsterven van wortels en stoppels en de aanvoer van organische mest. Na het scheuren van grasland neemt de organisch N in de bodem af. Bij het omzetten van grasland in bouwland zal de hoeveelheid N in de bodem afnemen doordat de N-mineralisatie hoger is dan de N-ophoping. Deze afname gaat door totdat er een evenwichtsituatie voor bouwland is bereikt. Bij wisselbouw neemt de bodemvoorraad van organisch N in de graslandfase toe en in de bouwlandfase weer af. Het evenwichtsniveau ligt tussen dat van blijvend grasland en blijvend bouwland.

Na het scheuren van grasland treedt ophoping op van minerale N in de bodem, zowel bij herinzaai als bij wisselbouw. De ophoping is groter en duurt langer naarmate de periode tussen het scheuren en het telen van een nieuw gewas groter is en naarmate het volggewas minder N opneemt. De minerale N die in de bodem accumuleert is gevoelig voor verlies via uitspoeling en denitrificatie. Hoe groot dit verlies is en welke verliespost de belangrijkste rol speelt, is sterk afhankelijk van de grondsoort en hydrologie. In droge

zandgronden zal nitraatuitspoeling de belangrijkste verliespost zijn en in klei- en veengronden denitrificatie.



*Figuur 1. Schematische weergave van verloop van organisch N-gehalte in de bodem bij herinzaai van grasland en wisselbouw.*

### **Annex 3. Grondontsmetting in het kader van de bloembollenteelt**

Grondontsmetting wordt in de bloembollenteelt uitgevoerd om de bodem vrij te maken van verschillende soorten aaltjes die het te telen gewas schade kunnen toebrengen. Bekende voorbeelden zijn vrijlevende wortellaesiaaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en stengelaaltjes. Er zijn verschillende manieren om de bodem te ontsmetten: inundatie, stomen, biologische en chemische grondontsmetting. In de bloembollenteelt is de chemische grondontsmetting een belangrijke methode. Deze methode is effectief op goede doorlatende bodems.

De adviesaanvraag van het ministerie gaat over zomerbloeiërs en met name om lelies. De lilieteelt is een zogenaamde reizende teelt. Hiervoor wordt o.a. grasland gehuurd waarop dan lelies worden geteeld. In noordoost Nederland wordt bijvoorbeeld 35 % van de lelies geteeld op gescheurd grasland en de helft van de percelen moet ontsmet worden om schadelijke aaltjes te bestrijden. In deze regio is inundatie veelal niet mogelijk vanwege het reliëf. De gebruikelijke methode is het grasland in het najaar te scheuren, chemisch te ontsmetten en in het voorjaar de lelies te planten.

Tot 2006 werd chemische grondontsmetting in de maanden september, oktober en november uitgevoerd, zodat grasland alleen in deze maanden en het daaropvolgende jaar waarin lelies werden geteeld, hoefde te worden gehuurd. Het is niet mogelijk chemische grondontsmetting in het vroege voorjaar voorafgaand aan de teelt uit te voeren vanwege een te lage bodemtemperatuur en de benodigde teelt voorbereidende werkzaamheden.

Sinds 2006 is het alleen toegestaan op zandgrond zonder graslandvernieuwing in de perioden 1 februari – 10 mei en 1 – 15 augustus grasland te scheuren. In deze laatste periode moet na chemische grondontsmetting een stikstofbehoefstig gewas geteeld worden. Daarbij geldt de verplichting dit gewas voor 15 september te zaaien. Doel is dat het stikstofbehoefstig gewas de stikstof die vrijkomt na het scheuren en ontsmetten opneemt en zo te voorkomen dat deze stikstof uitspoelt.

Vanaf 2006 is chemische grondontsmetting eenmaal in de vijf jaar toegestaan. Bij aanwezigheid van stengelaaltjes kan eventueel een extra ontsmetting worden toegestaan. Grondontsmetting is toegestaan in de periode 16 maart – 16 november.

In het verleden werd als nematicide 1,3-dichloorpropeen, vaak afgekort als DD gebruikt. Dit middel bestond uit 2 isomeren (cis en trans) en was een alternatief voor methylbromide. Later bleek dat alleen de cis isomeer effectief en trans niet. Scheiding bleek mogelijk waardoor alleen cis in lagere dosis kon worden toegediend. Het middel was effectief tegen aaltjes, en in mindere mate tegen insecten, schimmels, virussen en als neveneffect tegen onkruiden. De Europese Commissie heeft het gebruik per 20 maart 2008 verboden. Ook worden geen toelatingen meer verstrekt voor producten waarin 1,3-dichloorpropeen is verwerkt. Het verbod is gebaseerd op het feit bij de afbraak verschillende bekende en onbekende polygechloroëerde onzuiverheden in het milieu terechtkomen.

Nu wordt metam-natrium gebruikt voor voor grondontsmetting (zie tabel). Toepassing is toegestaan in de periode 16 maart – 16 november (met een aantal uitzonderingen), waarbij moet worden geïnjecteerd op een diepte van tenminste 10 cm.

De gebruiksaanwijzing geeft aan dat grond niet te nat moet zijn, de bodemtemperatuur 7 – 16 °C moet zijn, de grond 1 – 3 weken niet moet worden verstoord en dat 3 – 6 weken na ontsmetten kan worden gezaaid (langere periode bij ongunstige omstandigheden).

Volgens de productinformatie van BASF Monam leidt ontsmetting in de herfst tot remming van de nitrificatie. Op zandgrond kan daarom 20 kg N/ha minder in het voorjaar worden toegediend. Oop zavel- en kleigrond hoeft hier geen rekening mee gehouden te worden.)

<b>Jaar</b>	<b>Middel</b>	<b>Gewassen</b>	<b>Dosering</b>	<b>Handelsnaam</b>
1986	Dichloorpropeen	Alle bloembolgewassen	240 l/ha	Shell DD95; Telone
1986	Metam-natrium (minder dieptewerking dan DD)	Alle bloembolgewassen	600-750 l/ha	AAMonam; Shell NMC510
1998	Cis-dichloorpropeen	Alle bloembolgewassen	160 l/ha	Nematrap; Telone-cis
1998	Metam-natrium		510 g/l 600-750 l/ha	BASF Monam; Luxan Monam Betere werking tegen bodemschimmels dan DD maar slechter tegen Pp
2007	Metam-natrium		510 g/l 350-750 l/ha	Monam



## Annex 4. Brief over Kamervragen over grondontsmetting



Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK DEN HAAG

De Voorzitter van de Tweede Kamer  
der Staten-Generaal  
Postbus 20018  
2500 EA DEN HAAG

### Agroketens en Visserij

Prins Clauslaan 8  
2595 AJ DEN HAAG  
Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG  
[www.rijksoverheid.nl/eleni](http://www.rijksoverheid.nl/eleni)

### Onze referentie

241776

Datum 17 november 2011  
Betreft Kamervragen grondontsmetting

Geachte Voorzitter,

Hierbij doe ik u toekomen de antwoorden op de vragen die de vaste commissie voor Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft gesteld over het ontsmetten van grond en vanggewas na maïsteelt.

1, 4 en 6

*Klopt het dat door het afwijzen van het verzoek om het vanggewas na maïsteelt later in te zaaien opdat de grond ontsmet kan worden om aaltjesproblematiek het hoofd te bieden ondernemers ernstig benadeeld worden? Zo ja, bent u bereid deze ondernemers een helpende hand te bieden.*

*Hoeft na dorsmaïs (=korrelmaïs) geen vanggewas meer te worden ingezaaid nu in de afwijzingsbrief wordt gemeld dat laat inzaaien van een vanggewas niet effectief is? Dorsmaïs wordt immers eind oktober/november geoogst.*

*Is dit alles reden om net als in voorgaande jaren tot een ontheffing over te gaan?*

De verplichting een vanggewas te telen direct na de oogst van maïs geteeld op zand- en lössgronden bestaat sinds 2005. De maatregel is een verplichting die de Europese Commissie heeft verbonden aan de derogatie. De maatregel heeft als oogmerk de relatief grote hoeveelheid stikstof die na de teelt van maïs achterblijft vast te leggen zodat die niet onnodig het nitraatgehalte in het grondwater in de betreffende regio's verhoogt. Alleen bij een behoorlijke ontwikkeling van het vanggewas kan voldoende stikstof worden vastgelegd; een tijdig zaaitijdstip is daarvoor een voorwaarde.

De verplichting geldt ook voor korrelmaïs; bij dat gewas is onderzaai van gras een mogelijkheid om nog met succes een vanggewas tot ontwikkeling te brengen.



Een ontheffing of vrijstelling van de verplichting is nimmer verleend. Wel is in 2006 ten behoeve van grondontsmetting ten dienste van de teelt van gladiolen en lelies toegestaan de teelt van het vanggewas uit te stellen tot 10 november. Gezien het geringe rendement van een zo laat gezaaid vanggewas heeft de Technische Commissie Bodem die voorziening negatief beoordeeld. Mede gelet daarop is daarom in latere jaren niet opnieuw uitstel verleend.

**Datum**  
17 november 2011  
**Onze referentie**  
241776

In mijn brief aan LTO-Nederland van 6 oktober 2011, die u als bijlage bij uw verzoek heeft gevoegd, heb ik gewezen op de bezwaren van een uitgestelde teelt en heb ik aangegeven dat - nu ook niet sprake is van nieuwe feiten of omstandigheden - ik geen mogelijkheden zie deze uitzondering op het vierde actieprogramma, lopende dat programma, succesvol bij de Europese Commissie te verdedigen. Ik heb toegezegd wel bereid te zijn de teelt van een vanggewas in relatie tot grondontsmetting aan de orde te stellen in de besprekingen die komende periode met de Europese Commissie gevoerd gaan worden over een nieuw actieprogramma.

Mij zijn recent geen gegevens aangereikt over een ernstig nadeel dat ondernemers zouden ondervinden bij afwijzing.

2

*Heeft het verzoek geleid tot aanscherping van de nVWAhandhaving zoals op de site vermeld? <http://www.vwa.nl/actueel/nieuws/nieuwsbericht/2016961/nvwa-controleert-op-vanggewas> op het telen van een vanggewas en dat niet nakomen van dit voorschrift?*

De nVWA controleert elk jaar op de naleving van het voorschrift. Er is geen relatie met de afwijzing van het verzoek.

3

*Klopt het dat overtreding kan leiden tot een boete, een "cross compliance" korting op de bedrijfstoeslag, op een natuursubsidie en gevolgen kan hebben voor de derogatie.*

Ja.



5

*Klopt het dat grondontsmetting de omzetting van organische stof beperkt en daarmee ook de uitspoeling van nitraat beperkt? Is daarmee niet hetzelfde doel bereikt als het inzaaien als vanggewas?*

**Datum**  
17 november 2011

**Onze referentie**  
241776

Er zijn aanwijzingen dat grondontsmetting de mineralisatie en nitrificatie beperkt en daarmee de uitspoeling van nitraat. Ik heb aan de Commissie van Deskundigen Meststoffen advies gevraagd over de effectiviteit van dit proces in vergelijking met de teelt van een vanggewas.

dr. Henk Bleker  
Staatssecretaris van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie