

Beperking van lachgasemissie na scheuren en bij vernieuwing van grasland

In de serie Reductie Lachgasemissie door ontwikkeling van 'Best Management Practices' zijn verschenen:

- 560.1 Beperking van lachgasemissie uit beweid grasland
- 560.2 Beperking van lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden
- 560.3 Beperking van lachgasemissie uit gewasresten
- 560.4 Beperking van lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland
- 560.5 Beperking van lachgasemissie na scheuren en bij vernieuwing van grasland
- 560.6 Beperking van lachgasemissie door waterbeheer en bij beregening

Beperking van lachgasemissie na scheuren en bij vernieuwing van grasland

Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen Landbouw cluster 1

G.J. Kasper¹
A. van den Pol-van Dasselaar¹
P.J. Kuikman²
J. Dolfing²

¹ Praktijkonderzoek Veehouderij

² Alterra

Alterra-rapport 560.5

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Kasper, G.J. A. van den Pol-van Dasselaar, P.J. Kuikman, J. Dolfing, 2002. *Beperking van lachgasemissie na scheuren en bij vernieuwing van grasland. Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen Landbouw cluster 1*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 560.5. 38 blz. 2 fig.; 3 tab.; 18 ref.

In het kader van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen (ROB Landbouw) zijn de mogelijkheden voor het verminderen van de emissie van lachgas (N_2O) uit gescheurd en opnieuw ingezaaid grasland bestudeerd. In de periode tussen augustus 2000 en juli 2002 zijn door middel van incubatie- en veldproeven de effecten van het tijdstip van scheuren van grasland op klei- en zandgrond op de N_2O -emissie onderzocht. In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd; de gedetailleerde resultaten worden in aparte rapporten en publicaties beschreven. Perspectievolle maatregelen om de N_2O -emissie te verminderen zijn i) afzien van scheuren door verbetering van het graslandmanagement, ii) doorzaaien van grasland, iii) grasland na 1 augustus niet scheuren, iv) Overschakeling naar tijdelijk grasland met korte rotatieduur. De geschatte effectiviteit van de afzonderlijke maatregelen varieert van minder dan 0,1 tot 0,8 Mton CO_2 -equivalenten per jaar op nationaal niveau. Het merendeel van de maatregelen is kostenneutraal of levert een kleine winst. Voorlichting is van belang om tot effectieve implementatie van maatregelen te komen. Een integrale analyse van de effectiviteit van de maatregelen samen met die van maatregelen uit andere ROB-projecten is nodig om interacties tussen maatregelen en risico's van afwenteling naar andere emissies (zoals methaan, ammoniak en nitraat) te kwantificeren. De effectiviteit van een deel van de maatregelen kan niet worden gekwantificeerd met de rekenmethodieken die voor de huidige rapportage in het kader van het Klimaatverdrag en het Kyoto Protocol worden gebruikt.

Trefwoorden: lachgas, stikstof, grasland, broeikasgassen, emissiereductie, landbouw

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €14 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 560.5. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding en doelstelling	11
2 Sturende factoren	13
3 Overzicht maatregelen en kennishiaten	15
4 Onderbouwing van de effectiviteit van maatregelen op basis van experimenteel onderzoek, deskstudies en literatuur	17
4.1 Afzien van scheuren	17
4.2 Niet scheuren na 1 augustus en wanneer dan wel?	20
4.3 Grasland vernieuwen zonder scheuren	21
4.4 Aanpassen van de bemesting bij het scheuren	22
4.5 Korte periode grasland in rotatie	22
5 Nieuwe inzichten	25
6 Selectie van perspectievolle maatregelen	27
7 Conclusies en aanbevelingen	31
Literatuur	33
Aanhangsels	
1 Overzicht van de uitgevoerde proeven in ROB project 1.5 Herinzaai	35
2 Producten 2000 – 2002	37

Samenvatting

In het kader van Cluster 1 (Best Management Practices) van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen wordt beoogd een reductie van de lachgasemissie uit verschillende bronnen te realiseren door middel van het ontwikkelen en toetsen van maatregelen. In het kader van het ROB-project 1.5 (Richtlijnen voor scheuren en herinzaai van grasland om de emissie van lachgas uit de bodem te verminderen) zijn de mogelijkheden voor het verminderen van de lachgasemissie als gevolg van het scheuren van grasland bestudeerd.

Op basis van de systeemanalyse die in 2000 is uitgevoerd (Vellinga et al., 2000), adviezen van de begeleidingscommissie van ROB Landbouw en mogelijkheden tot aansluiting bij lopend onderzoek is in de periode tussen augustus 2000 en juli 2002 experimenteel onderzoek uitgevoerd. In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd, evenals de eindconclusies voor potentiële maatregelen. De gedetailleerde proefopzet en resultaten worden in rapporten, publicaties en/of informatiebladen gepresenteerd. In het kader van het ROB-project *scheuren en herinzaai van grasland* zijn incubatieproeven en veldproeven op grasland op verschillende locaties uitgevoerd waarin de volgende maatregelen zijn onderzocht:

- afzien van scheuren
- niet scheuren na 1 augustus
- grasland vernieuwen zonder scheuren
- aanpassing van de bemesting voor of na scheuren
- grasland korte periode in rotatie.

In alle veldexperimenten is de N₂O-emissie met fluxkamers en een fotoakoestische gasmonitor dagelijks tot maandelijks gemeten gedurende een periode van enkele weken tot meer dan een jaar. In de proeven werd steeds de gangbare praktijk vergeleken met de maatregel en werd een controle (niet-gescheurd object) meegenomen.

Uit recente literatuur blijkt dat afzien van scheuren evenals later scheuren en de grasmat langer handhaven in principe een goede optie is, mits er geen calamiteiten optreden en het productieniveau kan worden gehandhaafd. Hierbij worden hoge eisen gesteld aan het graslandmanagement.

Wat betreft het tijdstip van scheuren blijkt uit veldproeven dat scheuren in het voorjaar de voorkeur verdient boven scheuren in het najaar, gebaseerd op waarnemingen die hogere emissies vertonen bij scheuren in het najaar vergeleken met het voorjaar. Dit wordt ook bevestigd door recente literatuur (Aarts et al., 2002), waaruit blijkt dat scheuren in het voorjaar over een periode van 5-10 jaar geen opbrengstderving geeft. Het verdient aanbeveling om meerjarig onderzoek op te zetten om uit te sluiten dat deze bevinding het gevolg is van toevallige verschillen door jaarlijkse variatie in weersomstandigheden.

Op grond van geringe meetgegevens lijkt grasland vernieuwen zonder scheuren, het zogenaamde (pleksgewijs) doorzaaien, een goede methode te zijn om de emissie van lachgas te verminderen, niet alleen op klei- en veengrond maar ook op zandgrond. De veehouder moet echter wel overtuigd zijn dat de nieuwe zode zich goed kan ontwikkelen. Experimentele metingen hierover zijn echter niet beschikbaar. Om de N₂O-emissie bij het scheuren in het voorjaar te verlagen, zou het goed zijn om vanaf halverwege de zomer in het voorafgaande jaar niet meer te bemesten, om nog uitsluitend te maaien en om vóór het scheuren gewasresten af te voeren. Dit met het oog op het minimaliseren van de input bij het scheuren. Afzien van de startbemesting is wellicht niet haalbaar omdat ondanks een hoge mineralisatie een startgift een gunstig effect heeft op de ontwikkeling - vooral de uitstoeling - van de nieuwe zode. Verkorten van de periode grasland in rotaties is een effectieve methode om N₂O-emissies te verminderen (Vellinga et al., 2002). Het blijkt dat hierbij niet zozeer de bodem maar de gewasresten van gras de aanleiding zijn tot de vorming van lachgas. Oude zodes hebben een grotere biomassa ten tijde van scheuren en zouden zo aanleiding vormen tot relatief hoge emissies. De bevindingen van Vellinga et al. (2002) worden niet bevestigd door de resultaten van incubatieproeven. Nader onderzoek is gewenst.

Op basis van het incubatie-onderzoek en veldonderzoek wordt geconcludeerd dat de volgende maatregelen op het gebied van vernieuwing van grasland het meest perspectiefvol zijn:

- niet scheuren, te realiseren door beter graslandmanagement;
- doorzaaien van grasland;
- grasland na 1 augustus niet scheuren;
- tijdelijk grasland kort in rotatie houden.

Meerjarige metingen kunnen het draagvlak voor maatregelen verder vergroten.

Op basis van de resultaten van het experimentele onderzoek kan onvoldoende worden aangegeven welke methode op welk tijdstip en op welke grondsoort voor graslandvernieuwing moet worden gebruikt. Op kleigrond lijkt graslandvernieuwing in het voorjaar minder emissie te geven dan in het najaar. Op zandgrond is alleen de methode ploegen en herinzaaien in het voorjaar toegepast.

De geschatte effectiviteit per maatregel varieert van minder dan 0,1 tot 0,8 Mton CO₂-equivalenten per jaar op nationaal niveau.

Belangrijke kennishiaten die nader om aandacht vragen zijn:

Voor scheuren en herinzaai t.a.v. het effect op emissie van lachgas

- Herhaalbaarheid van emissies op oud grasland op zware kleigrond;
- Niveau van emissies op minder oud grasland (3, 5, 10, 15 jaar) op meerdere grondsoorten;
- Het optimale tijdstip van scheuren op zandgrond;
- Slagingskans en kosten van voorjaars-, zomer- en herfstinzaai.

Voor de maatregel (pleksgewijs) doorzaaien

- Effect van verfijndere technieken van doorzaai. Dit geldt het grasland doodspuiten, het frezen en het (pleksgewijs) doorzaaien;
- Slagingskans van doorzaai, zowel gewastechnisch als qua kosten.

1 Inleiding en doelstelling

In het kader van Cluster 1 (Best Management Practices) van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen wordt beoogd een reductie van de lachgasemissie uit verschillende bronnen te realiseren door middel van het ontwikkelen en toetsen van maatregelen. In het kader van het ROB-project 1.5 (Richtlijnen voor scheuren en herinzaai van grasland om de emissie van lachgas uit de bodem te verminderen) worden de mogelijkheden voor het verminderen van de lachgasemissie als gevolg van het scheuren van grasland bestudeerd.

In 2000 is een systeemanalyse uitgevoerd waarin een overzicht is gegeven van de sturende factoren bij N_2O -emissie uit herinzaai van grasland (Vellinga et al., 2000). Hierbij zijn de effecten van drie systemen van grasland scheuren gekwantificeerd. Mogelijke maatregelen om N_2O -emissie te beperken zijn gedefinieerd en gekwantificeerd en kennishiaten zijn vastgesteld. Op basis van de systeemanalyse, adviezen van de begeleidingscommissie¹ van ROB Landbouw en mogelijkheden tot aansluiting bij lopend onderzoek is in de periode augustus 2000 – juli 2002 onderzoek uitgevoerd.

In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd, evenals de eindconclusies van mogelijke maatregelen. In hoofdstuk 2 wordt in het kort ingegaan op de sturende factoren bij N_2O -emissies uit gescheurd en opnieuw ingezaaid grasland. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de in de systeemanalyse aangegeven potentiële maatregelen en kennishiaten, evenals een overzicht van maatregelen waarnaar aanvullend onderzoek is verricht.

In hoofdstuk 4 wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste resultaten uit het (experimentele) onderzoek naar maatregelen om N_2O -emissie te beperken. De gedetailleerde proefopzet en resultaten worden in rapporten, publicaties en/of informatiebladen gepresenteerd; deze zijn in een aparte bijlage bijgevoegd.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op nieuwe inzichten of andere potentiële maatregelen die door het in hoofdstuk 4 beschreven aanvullende onderzoek zijn verkregen. De integratie van de systeemanalyse en het (experimentele) onderzoek in het kader van ROB vindt plaats in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk worden de meest perspectiefvolle maatregelen gedefinieerd, rekening houdend met de effectiviteit, risico op afwenteling, kostenefficiëntie, controleerbaarheid, handhaafbaarheid en draagvlak bij boeren. Tevens worden mogelijke risico's op afwenteling naar andere broeikasgassen gekwantificeerd (TEWI) of andere verbindingen (ammoniak en nitraat). In hoofdstuk 7 worden de belangrijkste conclusies gegeven en worden bovendien de belangrijkste kennishiaten aangegeven waaraan in een mogelijk vervolg van ROB aandacht besteed zou moeten worden.

¹ In de begeleidingscommissie van ROB-AGRO zitten vertegenwoordigers van NOVEM, klimaatbeleid (LNV en VROM), landbouwpraktijk (o.a. LTO) en onderzoek (Alterra, RIVM, Wageningen Universiteit, Universiteit van Gent)

2 Sturende factoren

De emissies die vrijkomen bij het scheuren van grasland worden vooral bepaald door het tijdstip van scheuren in het jaar, het management van de boer en het type bedrijf (o.a. zuiver melkveebedrijf of gemengd bedrijf).

Sturende factoren zijn te verdelen in chemische, fysische en biologische factoren en sociaal-economische factoren. De drie eerstgenoemde sturende factoren die de N₂O-emissie bij het scheuren van grasland karakteriseren, zijn met name de beschikbare hoeveelheid organische stof onder het (oude) grasland, de temperatuur en het vochtgehalte van de bodem. Meer organische stof wordt aangetroffen in een oudere grasmat en op klei (vergeleken met zand). De afbraaksnelheden van organische stof zijn hoger bij hogere temperatuur en bij meer vocht in de bodem. Het bodemvochtgehalte wordt beïnvloed door neerslag, verdamping, gewas, bodemtype en waterbeheer. Ook de teelt na het scheuren en de bemesting van het volggewas zijn van invloed op de lachgasemissie. De voornaamste sociaal-economische sturefactoren zijn: MINAS, EU-nitraatrichtlijn, gewasbeschermingsmiddelen, wereldmarkt en EU-subsidies, weidegang, biologische landbouw, multifunctionele landbouw, optimalisatie inzaai- en doorzaaitechnieken en veredeling gras- en maïsrassen.

In het project scheuren van grasland zijn experimenten uitgevoerd naar effecten van tijdstip van scheuren, grondsoort en ouderdom van grasland op N₂O-emissie.

3 Overzicht maatregelen en kennishiaten

Maatregelen bij het scheuren van grasland die leiden tot een lagere lachgasemissie zijn het beperken of geheel verbieden van scheuren in de nazomer en herfst, het beperken van de gescheurde oppervlakte, het scheuren achterwege laten gecombineerd met een goede zaaibedbereiding en doorzaaien, en een goede afstemming van de duur van de graslandperiode met die van de bouwlandperiode. Dit laatste punt geldt met name voor gemengde bedrijven en voor veehouders die land uitruilen met akkerbouwers en bollentelers. Een en ander kan als volgt worden samengevat (Vellinga et al., 2000):

- Geen grasland scheuren in de nazomer na 1 augustus
- Doorzaaien van grasland in plaats van herinzaaien
- Pleksgewijs inzaaien of doorzaaien
- Aanpassing van de gras-bouwland rotatie
- Korte periode grasland

In de systeemanalyse (Vellinga et al., 2000) zijn de volgende kennishiaten en aandachtspunten voor vervolgonderzoek beschreven:

1. Integrale kwantitatieve evaluatie van het optimale tijdstip in het jaar van scheuren/herinzaai of doorzaai in relatie tot het derven van kwalitatieve en kwantitatieve grasopbrengst, het aanslaan van de grasmat, goedkopere inzaai-technieken en verfijning van doorzaai-technieken;
2. Kwantificeren van lachgasemissies bij het scheuren van gras-gras en gras-bouwland rotaties.

Zowel voor de genoemde maatregelen als de kennishiaten geldt dat in het onderhavige onderzoek geen mogelijkheden waren om aan te sluiten bij lopend onderzoek. Dit betekende dat slechts op een beperkt aantal punten nader experimenteel onderzoek verricht kon worden en dat er prioriteiten gesteld moesten worden. Er is aandacht besteed aan het optimale tijdstip van scheuren in het jaar, echter alleen op 25 jaar oud grasland op zware klei. Gras-gras rotaties en gras-bouwland rotaties zijn onder gecontroleerde omstandigheden, in een incubatieproef, onderzocht.

4 Onderbouwing van de effectiviteit van maatregelen op basis van experimenteel onderzoek, deskstudies en literatuur

In dit hoofdstuk wordt op basis van het in ROB uitgevoerde onderzoek de effectiviteit van de onderstaande maatregelen gekwantificeerd. In dit hoofdstuk worden per maatregel de belangrijkste resultaten van ROB onderzoek weergegeven, alsmede een verwijzing naar een rapport of publicatie, waarin meer resultaten van de betreffende proef zijn gegeven. Vellinga et al. (2000) hebben uitvoerig beschreven welke maatregelen van toepassing zijn op beperking van emissie van lachgas.

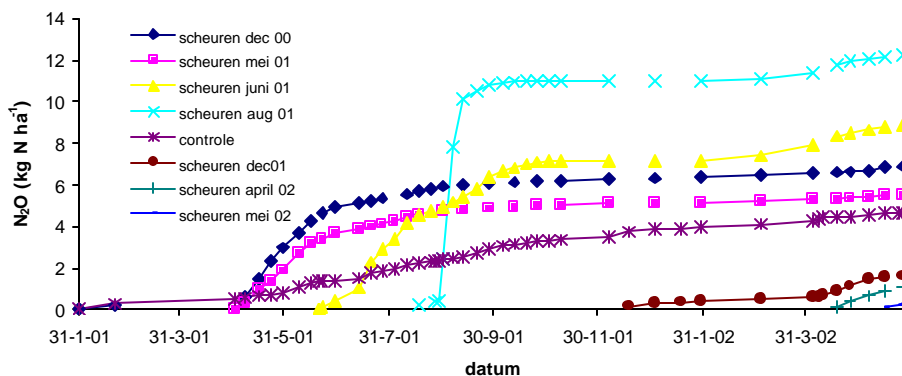
De volgende maatregelen worden achtereenvolgens behandeld:

- Afzien van scheuren;
- Niet scheuren na 1 augustus en wanneer dan wel?;
- Grasland vernieuwen zonder scheuren;
- Aanpassing van de bemesting voor of na scheuren;
- Korte periode grasland in rotatie.

4.1 Afzien van scheuren

Hoewel jaarlijks 6-12% van het areaal grasland opnieuw wordt ingezaaid of doorgezaaid, zou het uit oogpunt van vorming en ontwikkeling van lachgas te overwegen zijn in het geheel niet te scheuren. Een deskstudie van Vellinga et al. (2002) toont aan dat een afname van scheuren van grasland met 20.000 ha per jaar een reductie van 0,07- 0,25 Mton CO₂-equivalenten tot gevolg heeft.

Een proef die werd uitgevoerd op een ca. 25 jaar oud graslandperceel op zware klei (minimaal 35-40% afslibbaar) nabij het praktijkcentrum 'Nij Bosma Zathe' in 2001 (bijlage 1) laat zien dat scheuren van grasland voor vier tijdstippen van scheuren altijd meer lachgasemissie oplevert dan niet-gescheurd grasland. Het verschil is in het voorjaar het kleinst (1,3 kg N₂O-N ha⁻¹) en in de nazomer (eind augustus) het grootst (9,8 kg N₂O-N ha⁻¹). De hypothese is dat de ondergeploegde gewasresten die rijk zijn aan zowel stikstof als substraat een belangrijke rol spelen en in deze combinatie aanleiding geven tot de vorming van lachgas. Dit wordt bevestigd door een experiment waarbij alleen na het toevoegen van nitraat en glucose de lachgasemissie explosief toenam terwijl in de grond uit gescheurd grasland zonder de resten van gras weinig lachgas wordt gevormd (Dolfing et al., 2002b). Het ondergebrachte gras met een voldoende N- en C-niveau zal middels nitrificatie en denitrificatie een hoeveelheid lachgas opleveren die hoger is naarmate de bodemomstandigheden (temperatuur en vocht) optimaler zijn.



Figuur 1. Cumulatieve lachgasemissie bij 7 tijdstippen van scheuren van oud grasland op zware klei vergeleken met de controlebehandeling (= niet scheuren). Bij elk tijdstip van scheuren werden 4 veldjes geploegd. Het scheuren omvat frezen, ploegen en rotorkopeggen. Meestal werd de dag na scheuren gras ingezaaid. In de week van scheuren werd op één dag voor en één en drie dagen na het scheuren de lachgasemissie gemeten en vervolgens één maal per week, na september één maal per twee weken, in de winter (november-maart) één maal per maand. De proef is gestart in december 2000 – drie maanden later dan gepland wegens te natte bodemomstandigheden –, tijdens de mkz-crisis stilgelegd (februari t/m april 2001), vervolgd in mei 2001 (in herfst 2001 kon eveneens door natte bodemomstandigheden niet worden gescheurd) en beëindigd in mei 2002. Het niveau van de lachgasemissies is naast het tijdstip van scheuren sterk beïnvloed door combinatie van bodemvocht en temperatuur. Na het scheuren begin mei, eind juni en eind augustus waren de gemiddelde bodemvochtgehalten resp. 32, 25 en 38%.

Om te kunnen beargumenteren waarom niet gescheurd zou behoeven te worden, zal eerst moeten worden aangegeven waarom grasland wel gescheurd en opnieuw ingezaaid wordt.

Intensief graslandgebruik vraagt om grassen die bij het huidige graslandmanagement zich goed kunnen handhaven. Engels raaigras is zo'n grassoort. In Nederland bestaat grasland vrijwel geheel uit een monocultuur van Engels raaigras. Andere grassoorten kunnen zich onder genoemde omstandigheden niet handhaven. Engels raaigras is echter gevoelig voor droogte (vooral bij hoge temperaturen) en vorst (vooral na een zachte periode). Door de stikstofbemesting in het najaar te beperken en op tijd te beëindigen, kan vorstschade worden beperkt, maar is toch niet volledig uit te sluiten (Keuning et al., 1988). Ook natte bodemomstandigheden of een weersvoorspelling met (veel) regen en weinig zon kan de veehouder doen besluiten het maaien uit te stellen. Dit veroorzaakt zware sneden en laat een vrij open (witte) grasstoppel achter met een afnemende vitaliteit. Hierdoor treedt hergroei vertraging op en een veronkruiding van de zode. Dit veroorzaakt een kwalitatief slechtere grasmat. Ook te kort maaien door een onjuiste afstelling van de maaimachine geeft een achteruitgang van de grasmatkwaliteit. Andere redenen voor een slechter grasbestand en lagere productiviteit zijn:

- Bodemverdichting als gevolg van werkzaamheden met zware machines of als gevolg van vertrapping;
- Urinebrandplekken bij beweiding. Dit komt vooral voor op lichte zandgronden gecombineerd met een hoog stikstofgebruik (Keuning, 1981; Deenen, 1994);
- Vertrapping als gevolg van beweiden onder natte omstandigheden (veen- en kleigronden).

De veehouder ziet zich hierdoor genoodzaakt om graspercelen te vernieuwen. Hij gaat ervan uit dat het nieuwe grasland een hogere drogestofproductie en kwalitatief beter gras met een betere smakelijkheid en hogere voederwaarde oplevert. Een recente berekening laat zien dat de kosten uitsluitend tegen de baten opwegen wanneer een aanzienlijke productiviteitsverbetering wordt behaald. Zo moet op zandgrond bij scheuren eens in de 10 jaar een jaarlijkse opbrengstverbetering (KVEM) worden behaald van minimaal 13-14% (Aarts et al., 2002).

Afgezien van calamiteiten (zomerdroogte, strenge vorst en veel regen) is graslandvernieuwing vaak te voorkomen door een goed management van het grasland. Dit betekent dat aandacht moet worden besteed aan managementaspecten die een goede duurzame grasmat stimuleren. Van belang hierbij zijn:

1. keuze van grasras dat past bij het bedrijfsmanagement;
2. indien beweid en gemaaid wordt, een goede afstemming tussen weiden en maaien;
3. bemesting;
4. behandeling;
5. bodem;
6. oogsttechniek.

Ad 1

Voor bedrijfstypen met uitsluitend maaien (summerfeeding en zomerstalvoeding) zullen grasrassen gekozen moeten worden die bestand zijn tegen altijd maaien. Voor bedrijfstypen met weiden en maaien zijn grasrassen gewenst die zich bij dit bedrijfstype goed kunnen handhaven. De vraag is of bij de huidige stijlen van bedrijfsmanagement grasrassen te vinden zijn die een duurzame grasmat stimuleren en of de kennis van de veehouder hierbij van voldoende niveau is.

Ad 2

Bij afwisselend maaien en weiden is het van belang dat veel aandacht aan het beweiden besteed wordt in die zin dat uitstoeling van het gras wordt bevorderd, niet te laat ingeschaard wordt (ca. 1700 kg ds ha⁻¹) en dat weideresten regelmatig verwijderd worden. Vooral het eerste punt is essentieel om veronkruiding tegen te gaan. In dit verband is een standweidesysteem aan te bevelen. Vergelijking van stand- en omweidesystemen is gewenst.

Ad 3

Hogere bemestingsniveaus leveren hogere drogestof- en stikstofproducties (Hopkins et al., 1990). Bemesting stimuleert een concentratie van wortelgroei in de bovenste centimeters (Sibma & Ennik, 1988; Garwood et al., 1972). Dit kan leiden tot een minder goede structuur in diepere lagen. Andere invloeden van bemesting op duurzaamheid van de zode zijn niet bekend.

Ad 4

De invloed van het effect van weideslepen, bloten en chemische onkruidbestrijding op duurzaamheid van het grasland is onbekend. Meer duidelijkheid hierover is gewenst.

Ad 5

De bodem is van groot belang voor een goede grasmat. Organische stof is hierbij essentieel. Ze regelt de nutriëntenaanvoer, het vochtleverend vermogen, de doorwortelbaarheid en de draagkracht van de bodem en de gevoeligheid voor verdichting. De hoeveelheid organische stof wordt bepaald door grondsoort, vochthuishouding en regio (Aarts et al., 2002).

Ad 6

De vooruitgang in techniek heeft geleid tot grotere capaciteiten van machines. Dit vraagt tractoren met een grotere capaciteit en dus hogere gewichten. Er zijn aanwijzingen voor onvoldoende aandacht voor de overbrenging van gewichten via de banden op de bodem. Dit uit zich in rijsporen.

De conclusie is: Afzien van scheuren evenals later scheuren en de grasmat langer handhaven is in principe een goede optie, mits er geen calamiteiten optreden en het productieniveau kan worden gehandhaafd. Deze optie stelt vooral hoge eisen aan de veehouder als manager. Hij moet in staat zijn het grasras te kiezen dat bij zijn bedrijfstype past en voorts moet het graslandmanagement goed uitgevoerd worden. Dit betekent de juiste keuzen van beweidingssysteem, perceelsgrootte, inschaar-, uitschaar- en maaimoment, bemestingsniveau en (afstelling van) machines. Verbeteren van het management klinkt eenvoudig, maar veel hangt af van het weer, dat sterk bepalend is voor het grasaanbod en de begaanbaarheid van de percelen. Juist een overschot of tekort aan gras kan leiden tot keuzes in het management die de duurzaamheid van graspercelen niet ten goede komen.

4.2 Niet scheuren na 1 augustus en wanneer dan wel?

Een optimaal tijdstip voor het scheuren van grasland in een specifieke maand ten aanzien van lachgasemissie is moeilijk te geven. Volgens Adams & Jan (1999) hangt dit tijdstip sterk samen met het weer. Een redelijk betrouwbare langetermijnvoorspelling van het weer samen met gegevens over bodemvochtgehalte maken het mogelijk om een goed moment te kiezen. Toch voldoen inzaaien en doorzaaien in de nazomer meestal het beste (76^e Rassenlijst, 2001) als gelet wordt op het aanslaan en de voorjaarsontwikkeling in het volgende jaar. Voorjaarsinzaai valt qua aanslag nogal eens tegen vooral bij droogte en stugge grond.

Vernieuwing van grasland middels scheuren en herinzaai op zand- en kleigrond in het voorjaar of in het najaar levert nauwelijks economische verschillen op als dit uitgedrukt wordt in benodigde opbrengstverhoging van het nieuwe grasland bij afschrijving in 5, 10 of 15 jaar (Aarts et al., 2002; Bussink et al., 2002). De nieuwe wetgeving staat het scheuren van grasland na 15 september niet meer toe. Het tijdstip van herinzaai zal daardoor verschuiven van najaar naar (na)zomer. De economische verschillen zullen naar verwachting dan nog kleiner worden. Verschuiving van het scheurtijdstip van het najaar naar het voorjaar heeft een gunstige invloed op N₂O-emissies (Van den Pol-van Dasselaar et al., 2002). Dit blijkt uit een studie van een proef nabij praktijkcentrum Nij Bosma Zathe (Kasper et al., 2002) op kleigrond, waarin de lachgasemissies bij opeenvolgende tijdstippen van scheuren en herinzaai in

het groeiseizoen opliepen. Bij scheuren begin mei, eind juni en eind augustus waren de cumulatieve emissies van lachgas resp. 5,4, 9,5 en 13,7 kg N₂O-N ha⁻¹ (Kasper et al., 2002;). De cumulatieve emissie van de controlebehandeling (= niet scheuren) was 3,9 kg N₂O-N ha⁻¹.

Herinzaai in het najaar op zandgrond, waarbij de oude grasmat wel doodgespoten en gefreesd maar niet geploegd werd - wegens natte bodemomstandigheden -, leidde in de eerste drie maanden tot aanzienlijk lagere emissies dan het complete frezen, ploegen en herinzaai in het voorjaar op hetzelfde perceel (0,6 versus 12 kg N ha⁻¹; Kasper et al., 2002). Behalve dat niet geploegd werd in het najaar zal ook het tijdstip van herinzaai invloed hebben op het emissieniveau van lachgas.

De conclusie luidt: Scheuren in het voorjaar op klei verdient de voorkeur boven scheuren in het najaar, gebaseerd op waarnemingen die hogere emissies vertonen bij scheuren in het najaar vergeleken met het voorjaar en de studie van Aarts waaruit blijkt dat scheuren in het voorjaar over een periode van 5-10 jaar vaak geen opbrengstderving geeft t.o.v. scheuren in het najaar. De lachgasemissies op zandgrond zijn niet vergelijkbaar. Het verdient aanbeveling om deze eenjarige meetserie te onderbouwen met een meerjarige meting op diverse locaties om uit te sluiten dat deze bevinding het gevolg is van toevallige verschillen door jaarlijkse variatie in weersomstandigheden.

4.3 Grasland vernieuwen zonder scheuren

Grasland vernieuwen zonder scheuren wordt in Nederland vooral toegepast op gronden die moeilijk bewerkbaar zijn zoals zware klei en nat veen. Herinzaai op zware klei zou leiden tot problemen bij de zaaibedbereiding, herinzaai op nat veen tot een geringe draagkracht na vernietiging van de graszode, wat lange tijd problemen geeft bij de veldwerkzaamheden of beweiding. Ook is op veengrond de kans groot dat het jonge gras slecht aanslaat als gevolg van uitdroging van het zaaibed. Omdat bij doorzaaien, in tegenstelling tot bij ploegen en herinzaai, de bovengrond minimaal wordt bewerkt heeft dit waarschijnlijk consequenties voor het aanslaan en de groeipotentie van het ingezaaide gras. Het nieuwe gras kan niet zo diep wortelen door de harde ondergrond en de geringe aëratie. Het doorzaaien lijkt wel positief te werken op de hoeveelheid lachgas die emitteert. Behalve doorzaaien lijkt ook pleksgewijs doorzaaien of pleksgewijs ploegen en herinzaai een zinvolle maatregel (Vellinga et al., 2000).

Op grond van de geringe meetgegevens komen we tot de conclusie dat (pleksgewijs) doorzaaien een goede methode is om de emissie van lachgas te verminderen, niet alleen op klei- en veengrond maar wellicht ook op zandgrond. Ook hier geldt dat de ondernemer overtuigd moet zijn dat de nieuwe zode zich goed kan ontwikkelen. Experimentele metingen zijn echter niet beschikbaar.

4.4 Aanpassen van de bemesting bij het scheuren

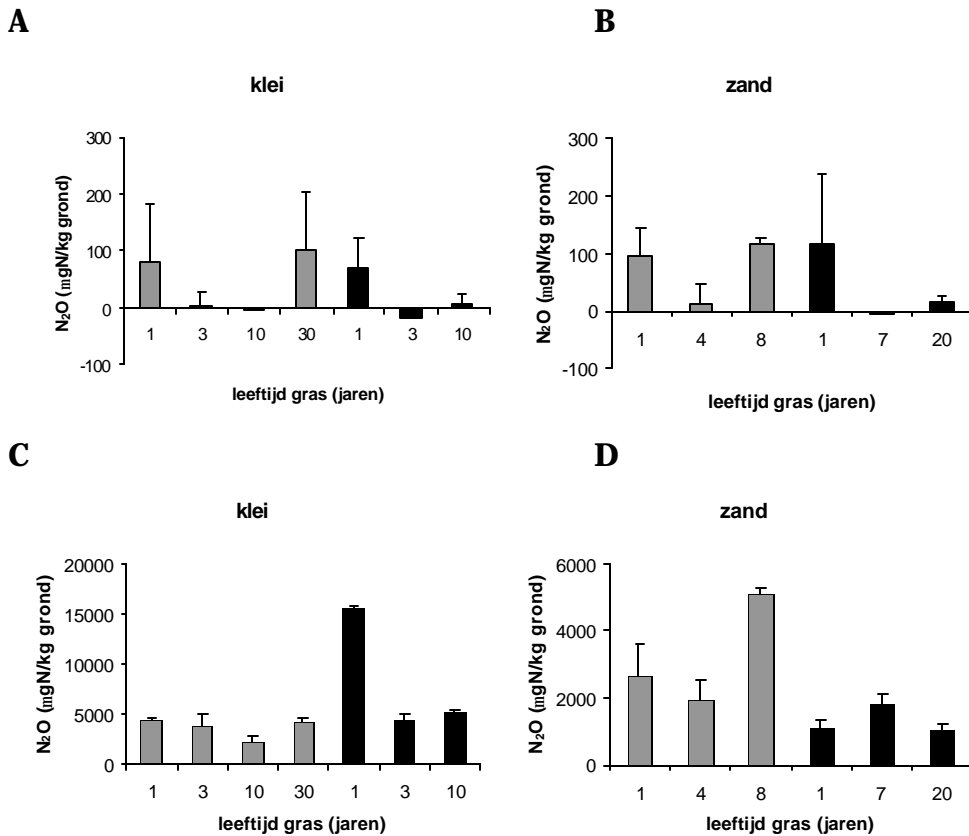
Het scheuren van grasland veroorzaakt hoge lachgasemissies (Kasper et al., 2002). Dit is een gevolg van mineralisatie van grote hoeveelheden organische stof. Het is dan ook zaak zo snel mogelijk na het ploegen gras in te zaaien, zodat het gras hiervan kan profiteren. Uitstellen van herinzaai met één maand ten opzichte van direct inzaaien leidde tot een verhoging van de nitraatuitspoeling met 25 tot 80 kg N ha⁻¹ (Adams & Jan, 1999). Scheuren in het voorjaar of de zomer leidt tot een hogere opname van de gemineraliseerde N door het ingezaaide grasland dan scheuren in het najaar (Aarts et al., 2002). Bovendien is de kans op N-verliezen bij scheuren in het voorjaar of zomer lager dan bij scheuren in het najaar. Modelberekeningen duiden op een netto N-mineralisatie van 100-300 kg N ha⁻¹ uit de ondergeploegde grasmat in het eerste jaar na scheuren van vijfjarig grasland (Vellinga et al., 2000). Davies et al. (2001) concluderen dat de N-mineralisatie die volgt op het scheuren van grasland in het voorjaar sterk samenhangt met het graslandgebruik in de voorafgaande winter. Met het oog op beperking van N-verliezen suggereren ze niet te beweiden of te bemesten. Het voorgaande gevoegd bij de snelle afbraak van het jonge organische materiaal, waaronder de ondergeploegde grasmat (Aarts et al., 2002; Davies et al., 2001), zou kunnen betekenen dat een lagere adviesgift voor stikstof bij scheuren in het voorjaar en zomer gewenst is. Het huidige advies voor opnieuw ingezaaid grasland na scheuren is 30 kg N ha⁻¹ (Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen, 1998). Ook recent onderzoek naar lachgasemissie bij gewasresten (Dolfing et al., 2002b) wijst in de richting van verlaging van de N- adviesgift. Toch wijst de praktijk uit (Hoving, persoonlijke mededeling; Vellinga, persoonlijke mededeling) dat bij ploegen en herinzaai een N-gift na herinzaai van nut is voor het goed aanslaan van het gras met als gevolg een hogere N-opname door het nieuw ingezaaide grasland. Waarschijnlijk is de beschikbare stikstof vanuit het mineralisatieproces onvoldoende beschikbaar voor de begingroei van de nieuwe plant.

Om de N₂O-emissie bij het scheuren in het voorjaar te verlagen, wordt geadviseerd laat in het jaar niet te bemesten, om te maaien en N- en C-rijke gewasresten van gras vóór het scheuren af te voeren. Dit met het oog op het minimaliseren van de input bij het scheuren (Davies et al., 2001). Afzien van de startbemesting lijkt niet haalbaar omdat ondanks een hoge mineralisatie een startgift een gunstig effect heeft op de ontwikkeling - vooral de uitstoeeling - van de nieuwe zode, en daarmee op de N-opname door het nieuw ingezaaide grasland.

4.5 Korte periode grasland in rotatie

Verkorten van de periode grasland in rotaties is een effectieve methode om de N₂O-emissies te verminderen. Berekeningen leren dat een totale reductie van 0,30 Mton per jaar in 2020 mogelijk lijkt (Vellinga et al., 2002). Dit kan worden gerealiseerd door kortere perioden met tijdelijk grasland, waardoor 33% minder blijvend grasland voor bouwlandrotatie nodig is. Dit laatste is verantwoordelijk voor 75% van de totale reductie. De berekeningen zijn uitgevoerd met een eenvoudig rekenmodel voor C- en N-omzettingen in de bodem na graslandvernieuwing en zijn gericht op het ontstaan van

evenwichtssituaties in C- en N-concentraties in de bodem. Voor de toekomst wordt verwacht dat grasland in rotatie eerder nog zal toenemen dan afnemen door sterke toename van de biologische landbouw en de vraag van de akkerbouw en bollenteelt om ruimere rotaties te hanteren wegens beperking in het gewasbeschermings-middelengebruik. Wel wordt in combinatie met bouwland verwacht dat 25% minder lachgas wordt geproduceerd bij verkorting van graslandperiodes van drie naar twee jaar. Bij rotatie met bollentelers wordt eveneens verwacht dat de graslandperiodes korter gaan duren. Dit geeft 7% minder lachgasemissie.



Figuur 2. Lachgasproductie na het scheuren van grasland. Grond van de laag 0-10 cm. Panels A (klei) en B (zand) na het toevoegen van nitraat; Panels C (klei) en D (zand) na het toevoegen van nitraat plus glucose. Grijze staven: grasland; zwarte staven: bouwland.

Uit incubatieproeven (Dolfing *et al.*, 2002a) blijkt dat er geen systematische verschillen in lachgasemissie tussen zand- en kleigronden zijn (figuur 2). Tussen gronden die omgezet waren van grasland in bouwland of van grasland in opnieuw grasland bleken ook geen systematische verschillen. Tenslotte lijkt de potentiële lachgasemissie onafhankelijk van de leeftijd van het grasland na het scheuren.

*Hieruit concluderen we dat niet zozeer de bodem (gewasresten waren immers verwijderd) maar de gewasresten van gras de aanleiding zijn tot de vorming van lachgas. Oude zodes hebben een grotere biomassa ten tijde van scheuren en zouden zo aanleiding vormen tot de relatief hoge emissies. De bevindingen van Vellinga *et al.* (2002) worden niet bevestigd door de resultaten van de incubatieproeven. Nader onderzoek is gewenst.*

5 Nieuwe inzichten

In het vorige hoofdstuk is specifiek ingegaan op de effectiviteit van de voorgestelde maatregelen op basis van het uitgevoerde experimentele onderzoek. Het uitgevoerde onderzoek heeft echter ook op andere aspecten nieuwe inzichten gegeven ten opzichte van het startpunt van ROB, de systeemanalyse. Enkele belangrijke nieuwe inzichten zijn:

- De eerste resultaten in Nederland over N₂O-emissie na scheuren van grasland tonen aan dat in de eerste drie maanden na scheuren en herinzaai zowel op zand- als op kleigrond ca. 80% van de totale (jaar)emissie gevormd wordt. Bij oud grasland gelegen op zware klei is een duidelijk toename in lachgasemissie waar te nemen van begin mei tot eind augustus als grasland met een tussentijd van twee maanden gescheurd wordt. De emissies op jaarbasis zijn respectievelijk 5,4, 9,5 en 13,7 kg N₂O-N ha⁻¹. Over zandgrond kunnen geen uitspraken gedaan worden, omdat scheuren en herinzaai vanwege de natte weersomstandigheden in het najaar niet kon worden uitgevoerd.
- Oriënterende proeven op zandgrond toonden aan dat frezen en herinzaai in het najaar zeer lage N₂O-emissies opleverde in vergelijking met frezen, scheuren en herinzaai in het voorjaar. De oorzaak kan zowel in het tijdstip (voorjaar, najaar) als in de methode (wel of niet ploegen) liggen.
- Incubatieproeven toonden aan dat de leeftijd van grasland voor het scheuren, de grondsoort evenals de omzetting van grasland in bouwland of grasland in opnieuw grasland geen effect hadden op de lachgasemissie uit de bodem zelf maar dat eventuele verschillen naar verwachting het gevolg zijn van verschillen in de beschikbare C en N in de gewasresten die achterblijven na het scheuren van de zode. Het inzicht uit de literatuur (Davies et al., 2001) en het inzicht uit de berekeningen van Vellinga et al. (2002) wijzen ook in deze richting.

Resultaten van onderzoek op kleigrond geven aanleiding om het niet-scheuren van grasland na 1 augustus als maatregel op te nemen. Experimenten op zandgrond zijn – mede door de weersomstandigheden – te oriënterend van aard geweest. Meer gedetailleerd onderzoek is gewenst.

Wij concluderen dat er indicaties zijn dat met een optimaal bedrijfs- en graslandmanagement, met de frequentie en het tijdstip van scheuren evenals met (pleksgewijs) doorzaaien ten koste van scheuren en herinzaai, vermindering van de emissie van lachgas kan worden bereikt. Deze indicaties zijn gebaseerd op eenjarige meetseries en de resultaten zijn afhankelijk van de weersomstandigheden in dat jaar. Meerjarige meetseries kunnen duidelijkheid geven over de variatie en zekerheid van de vermindering van emissie van lachgas en de relatie met het bedrijfsmanagement, oogstmethoden, het aanslaan van de nieuwe zode, het productie(verlies) en het effect van bemesting.

6 Selectie van perspectievolle maatregelen

In de systeemanalyse (Vellinga et al., 2000) worden vier maatregelen behandeld die tot doel hebben de emissie van N₂O te beperken. Aanpassing van de bemesting bij scheuren kan hieraan toegevoegd worden:

- afzien van scheuren;
- niet scheuren na 1 augustus;
- grasland vernieuwen zonder scheuren (doorzaaien);
- korte periode grasland in rotatie of in het geheel geen vruchtwisseling (< 3 jaar);
- aanpassing van de bemesting bij scheuren.

Deze maatregelen zijn weergegeven in tabel 1. Bij elke maatregel worden de volgende onderwerpen behandeld:

- effectiviteit (mate waarin de emissie van lachgas kan worden teruggebracht);
- kostenefficiëntie (kosten per eenheid voorkomen emissie van lachgas);
- controleerbaarheid (is de maatregel eenvoudig te beschrijven en uit te voeren);
- handhaafbaarheid (is er een éénduidige regel voor te bedenken);
- afwenteling;
- draagvlak bij boeren;
- hiaten;
- slaagfactoren;
- faalfactoren.

Aanpassingen van herinzaai van grasland resulteren in gelijke tot lagere kosten. Dit geeft geen aanleiding om maatregelen niet toe te passen. Het draagvlak bij boeren wordt geschat als neutraal. Afwenteling van emissies naar elders en op andere broeikasgassen of ammoniak en stank is nauwelijks aan de orde. Meerjarige metingen kunnen het draagvlak verder vergroten als zou blijken dat de waargenomen vermindering van emissies ook onder andere weersomstandigheden wordt bereikt zonder verdere risico's, zoals negatieve gevolgen voor kwaliteit van de nieuwe zode en productieverlies.

In paragraaf 4.1 is ingegaan op het niveau van de lachgasemissie per ha en op nationaal niveau. Dit had betrekking op graslandverbetering. Als ook rekening gehouden wordt met omzetting van permanent in tijdelijk grasland door toename van de biologische landbouw en met verwachte kortere rotaties en verwachte groei in het areaal grasland/bouwland en de verwachte groei in het areaal grasland/bollen, dan zal met het oog op toekomstige ontwikkelingen in de komende 20 jaar de emissie in Nederland kunnen afnemen (tabel 2).

Tabel 1 Maatregelen die de emissie van lachgas uit grasland bij en na herinzaai of omzetting in bouwland of grasland kunnen beperken (deels naar Vellinga et al., 2000).

	Niet scheuren na 1 augustus	Doorzaaien	Pleksgewijs herinzaaien	Graslandperiode kort in rotatie (<3 jr)	Geen vruchtwisseling	Aanpassing bemesting bij scheuren
Effectiviteit (reductie van de emissie)	50%	50%	75%	25-50%	100%	20%
Kosten-efficiëntie.	Kosten bijna gelijk	Kosten lager	Kosten lager	Kosten herinzaai per ha bouwland gelijk	Geen kosten scheuren en inzaaien	Kosten lager
Controle	Goed	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	Goed	Neutraal
Handhaven	Regel eenvoudig en eenduidig	n.v.t.	n.v.t.	Regel eenvoudig en eenduidig	Regel eenvoudig en eenduidig	Moelijk
Afwenteling	CO ₂ , water,- N-aankoop en teelt elders	Bestrijdingsmiddelen toegepast	Afhankelijk van methode maar beperkt bestrijdingsmiddelen-gebruik	Geen	Toename bestrijdingsmiddelengebruik, deels herinzaai grasland	Geen
Draagvlak	Neutraal	Neutraal	Goed	Neutraal	Slecht	Goed
Hiaten	Zomerinzaai mogelijk? Omvang N-verliezen en lachgasvorming	Zekerheid effect doorzaai Omvang N-verliezen en lachgasvorming	Zekerheid effect herinzaai Omvang N-verliezen en lachgasvorming	Omvang N-verliezen en lachgasvorming	Omvang N-verliezen en lachgasvorming	Omvang N-verliezen en lachgasvorming
Slaagfactoren	Goede techniek	Goede techniek	Goede techniek; relatief minder opbrengst-derving	Goede techniek	Goed grasland-management	Afhankelijk van kennis-overdracht
Faalfactoren	Gemiste productie; minder N efficiënt	Onzeker /onvoorspelbaar resultaat	Kiezen voor gemak en zekerheid (loonwerker is er toch)	Herinzaai relatief duur	Beperking bestrijdingsmiddelen gebruik	Gemiste productie

Tabel 2. Afname in emissies (in CO₂-equivalenten uit N₂O en CO₂ per jaar) via een reeks maatregelen in 2020 in Nederland (Vellinga et al., 2000; Vellinga et al., 2002).

	Afname	Maatregelen
	Mt CO ₂	
Graslandverbetering	0,18	Arealvermindering, scheurtijdstip en betere methoden
Definitief scheuren	0,30	Arealvermindering, kiezen grasland met lage org. stof
Rotatie 3/3-->2/3 en bollen 6/1-->4/1	0,05	Kortere graslandperiode/langer bouwland
Verplaatsing veehouders naar akkerbouwgebieden	0,77	Overheidsmaatregel op basis rapporten Wijffels en Koopmans
Totaal	1,30	

Om inzicht te hebben in het effect van de belangrijkste maatregelen bij de omzetting van (blijvend of tijdelijk) grasland in grasland of bouwland op afwenteling en TEWI wordt een kwalitatieve beschrijving van deze effecten gegeven (tabel 3).

Tabel 3. Kwalitatieve beschrijving van effecten van maatregelen op N_2O -, CH_4 -, CO_2 - en NH_3 -emissie en nitraatuitspoeling

Maatregel	Afwenteling /TEWI				
	N_2O	CH_4	CO_2	NH_3	Nitraat
Niet scheuren na 1 augustus	++	0	-	0	+
Doorzaai	+++	0	0	0	+
Doorzaai (pleksgewijs)	+++	0	0	0	+
Grasland kort in rotatie	++	0	+	0	-
Geen vruchtwisseling	++++	0	+	0	++
Aanpassing bemesting bij scheuren	+	0	0	0	0

Tabel 3 geeft aan dat de maatregel in het geheel niet scheuren zeer effectief is. Dit is grotendeels te realiseren door het graslandmanagement te verbeteren. Andere effectieve maatregelen zijn doorzaaien, grasland na 1 augustus niet scheuren en grasland kort in rotatie houden. Voor met name het doorzaaien is het gewenst niet alleen de emissie van lachgas te meten maar ook na te gaan of het nieuw ingezaaide gras goed aanslaat en of de grasproductie vergelijkbaar is met herinzaai na ploegen.

7 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Om het effect van herinzaai van grasland op de lachgasemissie te kwantificeren werd in de periode 2000 – 2002 experimenteel onderzoek uitgevoerd. Het volgende kan hieruit worden geconcludeerd:

- De emissie van lachgas bij scheuren en herinzaai op kleigrond is op jaarbasis berekend en vertoont voor het tijdstip van scheuren een duidelijke seizoensinvloed: het laagst bij scheuren in december en mei (6,3 resp. 5,4 kg N ha⁻¹) en oplopend in juni en augustus (9,5 resp. 13,7 kg N ha⁻¹). De emissie van de controlebehandeling was 3,9 kg N ha⁻¹.
- Over de N₂O-emissie bij scheuren en herinzaai op zandgrond kunnen geen uitspraken gedaan worden, omdat scheuren maar op één tijdstip is uitgevoerd.
- De eerste resultaten in Nederland over N₂O-emissie uit grasland na scheuren van grasland tonen aan dat in de eerste drie maanden na scheuren en herinzaai zowel op zand- als op kleigrond ca. 80% van de totale (jaar)emissie wordt gevormd.
- Incubatieproeven toonden aan dat de leeftijd van grasland voor het scheuren, de grondsoort evenals de omzetting van grasland in bouwland of grasland in opnieuw grasland geen effect hadden op de emissie van lachgas;
- Over de N₂O-emissie bij doorzaaien zijn geen experimenten uitgevoerd.

Op basis van deze resultaten kan onvoldoende worden aangegeven welke methode op welk tijdstip en op welke grondsoort voor graslandvernieuwing moet worden gebruikt. Op kleigrond lijkt graslandvernieuwing in het voorjaar minder emissie te geven dan in het najaar. Op zandgrond zijn de methodes frezen, ploegen en herinzaaien en alleen frezen zonder ploegen (wegens te natte bodemomstandigheden) en herinzaaien gebruikt, maar elk op een ander tijdstip. In de systeemanalyse (Vellinga et al., 2000) is aangegeven dat grasland scheuren door vraag uit de akkerbouw (vanwege beperking bestrijdingsmiddelengebruik) en de biologische landbouw eerder nog zal toe- dan afnemen.

Aanbevelingen

Het is zinvol om na te gaan:

1 *scheuren en herinzaai t.a.v. het effect op lachgasemissie:*

- in hoeverre zijn genoemde emissies op oud grasland en op zware kleigrond herhaalbaar;
- Niveau van emissies op minder oud grasland (3, 5, 10, 15 jaar) op meerdere grondsoorten;
- het optimale tijdstip van scheuren op zandgrond;
- slagingskans en kosten van voorjaars-, zomer- en herfstinzaai.

2 *de maatregel (pleksgewijs) doorzaaien*

- onderzoek naar verfijndere technieken van doorzaai. Dit geldt het grasland doodspuiten, het frezen en het (pleksgewijs) doorzaaien.
- slagingskans van doorzaai, zowel gewastechnisch als qua kosten.

Literatuur

Aarts, H.F.M., D.W. Bussink, I.E. Hoving., H.G. van der Meer, R.L.M. Schils & G.L. Velthof, 2002. Milieutechnische en landbouwkundige effecten van graslandvernieuwing. Een verkenning aan de hand van praktijksituaties. Rapport 41A, Plant Research International B.V., Wageningen.

Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen, Themaboek, 1998, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.

Adams, W.A. & M.T. Jan, 1999. Utilization of nitrogen accumulated by a clover containing ley following cultivation. *Soil Use and Management* 15: 247-253.

Bussink, D.W., H.F.M. Aarts, G.L. Velthof, I.E. Hoving, H. van der Meer & H.G. van der Meer, 2002. Grassland renewing in relation to environment and economical targets. In: *Multi-function grasslands. Quality forages, animal products and landscapes*. Eds: Durand, J-L, J-C Emile, C. Huyghe & G. Lemaire, *Grassland Science in Europe*, 7: 364-365.

Davies, M.G., K.A. Smith & A.J.A. Vinten, 2001. The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biol Fert Soils* 33: 423-434.

Deenen, P.J.A.G., 1994. Nitrogen use efficiency in intensive grassland farming. Doctoral Thesis Wageningen Agricultural University.

Dolfing, J., 2002a. Emissie van lachgas uit gronden onder gescheurd grasland van verschillende leeftijd. Alterra rapport (in voorbereiding)

Dolfing, J., G.L. Velthof & P.J. Kuikman, 2002b. Beperking van lachgasemissie als gevolg van toepassing van gewasresten. Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen, in voorbereiding.

Garwood, E.A., C.R. Clement & T.E. Williams, 1972. Leys and soil organic matter 3. The accumulation of macro-organic matter in the soil under different swards. *Journal of Agricultural Science* 78: 333-341.

Hopkins, A., J. Gilbey, C. Dibb, P.J. Bowling & P.J. Murray, 1990. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1. Herbage production and herbage quality. *Grass and Forage Science* 45: 43-55.

Kasper, G.J., A. van den Pol-van Dasselaar, J. Dolfing & P.J. Kuikman, 2002. Beperking van lachgasemissie na scheuren en bij vernieuwing van grasland. Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen, Lelystad, PV-rapport, in voorbereiding.

Keuning, J.A., 1981. Urinebrandplekken in grasland 1. *Bedrijfsontwikkeling* 12: 453-458.

Keuning, J.A., P.J.M. Snijders & H van Dijk, 1988. Vorstschade in grasland. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, rapport 113.

Pol-van Dasselaar A. van den, Th. V. Vellinga & P.J. Kuikman, 2002. The effect of ploughing of grasslands on nitrous oxide emissions. In: *Multi-function grasslands. Quality forages, animal products and landscapes*. Eds: Durand, J-L, J-C Emile, C. Huyghe & G. Lemaire, *Grassland Science in Europe*, 7: 742-743.

76^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen, 2001. Plant Research international B.V., Wageningen.

Sibma, L. & G.C. Ennik, 1988. De ontwikkeling van productiegras onder Nederlandse omstandigheden, Pudoc, Wageningen.

Vellinga, Th. V., P.J. Kuikman & A. van den Pol-van Dasselaar, 2000. Beperking van lachgasemissie bij het scheuren van grasland. Een systeemanalyse. Alterra-rapport 114-5, Alterra, Wageningen.

Vellinga, Th. V., A. van den Pol-van Dasselaar & P.J. Kuikman, 2002. The impact of grassland ploughing on CO₂ and N₂O emissions in the Netherlands. Submitted to *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.

Aanhangsel 1 Overzicht van de uitgevoerde proeven in ROB project 1.5 Herinzaai

Proef	Doel	Resultaten
Incubatieproef	Screening van het effect van de ouderdom van grasland op de emissie van lachgas	paragraaf 4.1 en 4.2
Veldproef grasland op zand; Droevendaal Wageningen	Effect van voorjaar- of najaarsscheuren van grasland en herinzaai op emissie van lachgas	paragraaf 4.1
Veldproef grasland op klei., Nij Bosma Zathe; Goutum	Effect van tijdstip van scheuren van oud grasland op kleigrond en vergelijking met niet scheuren van grasland	paragraaf 4.5

Aanhangsel 2 Producten 2000 – 2002

Dolfing, J. et al. (2002). Emissies uit bodems onder grasland van verschillende leeftijd en onder akkerland op voormalig grasland (Alterra notitie in voorbereiding).

Kasper, G.J. et al. (2002). Opties voor beperking van de emissie van lachgas na vernieuwing en herinzaai van grasland. PV-rapport (in voorbereiding).

Vellinga, Th. V., van den Pol-van Dasselaar, A. and Kuikman, P.J. (2002). The impact of grassland ploughing on CO₂ and N₂O emissions in the Netherlands. Submitted to Nutrient Cycling in Agriculture.

Van den Pol-van Dasselaar, A., Th. V. Vellinga and P.J. Kuikman (2002). The effect of ploughing of grasslands on nitrous oxide production. Presentatie poster at 19e EGF (European Grassland Federation) symposium in 2002 in La Rochelle, Frankrijk - Publicatie in: Multifunction grasslands. Quality forages, animal products and landscapes. J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe & G. Lemaire (Eds). EGF Volume 7 Grassland science in Europe. page 742-743.

