

Beperking van lachgasemissie door gebruik van klaver in 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 door gebruik van klaver in grasland

Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen Landbouw Cluster 1

**W.J. Corré¹,
G.J. Kasper²**

¹Plant Research International

²Praktijkonderzoek Veehouderij

Alterra-rapport 560.4

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

REFERAAT

Corré, W.J. & G.J. Kasper, 2002. *Beperking van lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland, Eindrapport Reductieplan Overige Broeikasgassen Landbouw Cluster 1*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 560.4. 30 blz.; 2 fig.; 2 tab.; 3 ref.

In het kader van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen (ROB Landbouw) zijn de mogelijkheden voor het verminderen van de emissie van lachgas (N₂O) door gebruik van klaver in grasland bestudeerd. In de periode tussen september 2000 en juli 2002 is in veldproeven de emissie van lachgas uit grasland met klaver gemeten en vergeleken met de emissie uit grasland bemest met kunstmeststikstof. Doel van deze vergelijking was het kwantificeren van de verandering in emissie bij het vervangen van kunstmeststikstof door klaver bij een gelijkblijvende grasopbrengst. In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd; de gedetailleerde resultaten worden in aparte rapporten beschreven. Door de specifieke proefomstandigheden was het niet mogelijk een directe vergelijking te maken tussen de emissie uit grasland met klaver en grasland met kunstmeststikstof bij eenzelfde opbrengstniveau. De resultaten geven de aanwijzing dat de emissie uit grasland met klaver kleiner is, maar verdere kwantificering van dit verschil is op basis van de meetgegevens niet mogelijk. Wel leidt het vervangen van kunstmeststikstof door klaver tot een aanzienlijke verlaging van de emissie van N₂O en CO₂ bij de productie en het transport van stikstofmeststoffen. Bij gebruik van klaver in alle daarvoor geschikte grasland in Nederland kan een emissievermindering plaats vinden in de orde van 1 Mton CO₂-equivalenten per jaar.

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

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 560.4. 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	9
2 Sturende Factoren	11
3 Overzicht maatregelen en kennishiaten	13
4 Onderbouwing van de effectiviteit van maatregelen op basis experimenteel onderzoek, deskstudies en literatuur	15
4.1 Inleiding en beoogde werking	15
4.2 Doorn	16
4.3 Heino	19
5 Nieuwe inzichten op basis van het uitgevoerde onderzoek	23
6 Evaluatie van maatregelen	25
7 Conclusies	27
Referenties	29

Samenvatting

In het kader van Cluster 1 (Best Management Practices) van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen (ROB Landbouw) wordt beoogd een reductie van de emissie van lachgas (N_2O) uit verschillende bronnen te realiseren door middel van het ontwikkelen en toetsen van maatregelen. In het kader van het ROB Landbouw project 1.4 (Vermindering van de lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland) zijn de mogelijkheden voor het verminderen van de lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden bestudeerd.

Op basis van een systeemanalyse die in 2000 is uitgevoerd (Corré en Pinxterhuis, 2000), adviezen van de begeleidingscommissie van ROB Landbouw en mogelijkheden tot aansluiten bij lopend onderzoek is in de periode tussen september 2000 en juli 2002 experimenteel onderzoek uitgevoerd. In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd, alsmede de eindconclusies ten aanzien van potentiële maatregelen. De gedetailleerde proefopzet en resultaten worden in rapporten gepresenteerd.

In twee bestaande veldproeven is de emissie van lachgas uit grasland met klaver gemeten en vergeleken met de emissie uit grasland bemest met kunstmeststikstof. Doel van deze vergelijking was het kwantificeren van de verandering in emissie bij het vervangen van kunstmeststikstof door klaver bij een gelijkblijvende grasopbrengst.

De eerste proef, uitgevoerd op een praktijkbedrijf in Doorn, had geen objecten met gelijke opbrengst, verkregen door gebruik van kunstmeststikstof of klaver, en had geen herhalingen. Daardoor kan uit deze proef geen betrouwbare emissiefactor voor door klaver gebonden stikstof afgeleid worden. Wel gaf deze proef de indicatie dat de emissie uit door klaver gebonden stikstof substantieel lager was dan de emissie uit kunstmeststikstof.

De tweede proef, uitgevoerd op het Praktijkcentrum Aver Heino, is aangelegd in het voorjaar van 2001 en was zo opgezet dat een directe betrouwbare vergelijking wel mogelijk was. In deze proef was het niveau van beschikbare stikstof in de objecten zonder klaver echter zo hoog dat in het eerste proefjaar geen kunstmeststikstof nodig was om een met veldjes met klaver vergelijkbare opbrengst te verkrijgen. Hierdoor kon de emissie uit door klaver gebonden stikstof niet vergeleken worden met de emissie uit kunstmeststikstof. De resultaten van het tweede proefjaar zijn op dit moment nog onvoldoende duidelijk om te kunnen concluderen of het voortzetten van emissiemetingen gedurende de tweede helft van dit proefjaar zinvol is.

De veldproeven leveren geen emissiefactor voor door klaver in grasland gebonden stikstof op, maar slechts de indicatie dat deze emissiefactor waarschijnlijk lager is dan die van kunstmeststikstof. De emissie uit de hoeveelheid kunstmeststikstof die in

Nederland naar schatting maximaal vervangen zou kunnen door klaver in grasland is ongeveer 0,3 Mton CO₂-equivalenten.

Wel is zeker dat het vervangen van kunstmeststikstof door klaver leidt tot een aanzienlijke verlaging van de emissie van N₂O en CO₂ bij de productie en het transport van stikstofmeststoffen. Bij gebruik van klaver in alle daarvoor geschikte grasland in Nederland, ongeveer 600.000 ha tegenover ongeveer 50.000 ha nu, kan een emissievermindering plaats vinden in de orde van 1 Mton CO₂-equivalenten per jaar.

Dit maakt het vervangen van kunstmeststikstof door klaver in grasland, ondanks de onzekerheid over het effect op de emissie uit het grasland zelf, tot een effectieve maatregel, die goed uitvoerbaar is. Wel is het voor een goede werking van de maatregel wenselijk dat door klaver in grasland gebonden stikstof in de MINAS berekeningen opgenomen wordt.

1 Inleiding en doelstelling

In het kader van Cluster 1 (Best Management Practices) van het Reductie Plan Overige Broeikasgassen (ROB Landbouw) 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 Landbouw project 1.4 (Vermindering van de lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland) zijn de mogelijkheden voor het verminderen van de lachgasemissie uit bemest grasland door vervanging van kunstmeststikstof door klaver bestudeerd.

In 2000 is een systeemanalyse uitgevoerd waarin een overzicht is gegeven van de sturende factoren bij N_2O -emissie uit grasland met klaver (Corré & Pinxterhuis, 2000). Hierbij zijn de effecten van gebruik van klaver op de N_2O -emissie gekwantificeerd, zijn potentiële maatregelen om de N_2O -emissie uit bemeste graslanden te verminderen geïdentificeerd en gekwantificeerd en zijn kennishiaten gesignaleerd. Gebleken is dat bij gebruik van klaver in alle daarvoor geschikte grasland in Nederland een emissievermindering in de orde van 1 Mton CO_2 -equivalenten plaats kan vinden door vermindering van de emissie van N_2O en CO_2 bij de productie en het transport van de kunstmest die door gebruik van klaver niet meer gebruikt hoeft te worden. Voor het aangeven van een effect van het gebruik van klaver op de emissie van N_2O uit de bodem zijn volstrekt onvoldoende gegevens beschikbaar. De schaarse gepubliceerde gegevens wijzen op een vergelijkbare emissie uit kunstmeststikstof en door klaver gebonden stikstof in graslanden met een vergelijkbare opbrengst.

Op basis van de systeemanalyse, adviezen van de begeleidingscommissie¹ van ROB Landbouw en mogelijkheden tot aansluiten bij lopend onderzoek is in de periode augustus 2000 – juli 2002 experimenteel onderzoek uitgevoerd. In dit rapport worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

In hoofdstuk 2 wordt kort ingegaan op de sturende factoren bij N_2O -emissie uit bemeste landbouwgronden.

In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de in de systeemanalyse aangegeven potentiële maatregelen en kennishiaten.

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.

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).

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 Landbouw vindt plaats in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk wordt het perspectief van de maatregelen geëvalueerd, rekening houdend met de effectiviteit, risico's op afwenteling, kostenefficiëntie, controleerbaarheid, handhaafbaarheid en draagvlak bij boeren. Tevens worden de belangrijkste kennishiaten aangegeven waaraan in een mogelijk vervolg van ROB aandacht besteed zou moeten worden.

In hoofdstuk 7 worden de belangrijkste conclusies samengevat.

2 Sturende Factoren

Uit de systeemanalyse kan worden geconcludeerd dat de volgende factoren belangrijk zijn voor de mogelijkheden van het gebruik van klaver in grasland en voor het effect van het gebruik van klaver op de emissie van N_2O .

- De hoogte van de stikstofgift. Bij een stikstofgift tot maximaal 200 à 250 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ kan een deel van de stikstofgift vervangen worden door klaver zonder verlies van opbrengst. Geheel vervangen van de stikstofgift is niet mogelijk zonder opbrengstverlies; in het voorjaar start de groei van klaver later dan de groei van gras en kan een stikstofgift de opbrengst verhogen zonder het aandeel van klaver te verlagen. In het algemeen is het goed mogelijk in deze stikstofgift te voorzien met de op het bedrijf aanwezige dierlijke mest. Bij een stikstofgift hoger dan 200 à 250 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ zal gebruik van klaver leiden tot een opbrengstdaling, bovendien kan klaver zich bij hoge stikstofgiften niet of nauwelijks handhaven.
- Optimaal gebruik van klaver is alleen mogelijk onder goede groeiomstandigheden. Op zeer natte, zeer droge of anderszins extreme gronden kan klaver zich niet goed handhaven; veengrond is algemeen weinig geschikt voor het gebruik van klaver. Klaver verlangt voor een goede groei een goede voorziening met kalium en fosfaat. Het beschikbaar komen van meer persistente rassen kan in de toekomst de mogelijkheden voor het gebruik van klaver mogelijk nog vergroten.
- De MINAS regelgeving zal in de nabije toekomst de stikstofgift in de meeste gevallen zodanig beperken dat wat dit aspect betreft het gebruik van klaver in de meeste gevallen rendabel wordt.

3 Overzicht maatregelen en kennishiaten

In de systeemanalyse (Corré & Pinxterhuis, 2000) is gebleken dat in dit project maar één maatregel past:

- Vervangen van het gebruik van kunstmeststikstof door klaver in grasland.

In de systeemanalyse zijn de volgende kennishiaten en aandachtspunten voor vervolgonderzoek beschreven:

- De emissiefactor voor N_2O uit door klaver gebonden stikstof is niet door metingen onderbouwd.
- Meer duidelijkheid is gewenst over de hoeveelheid stikstof die door klaver in grasland gebonden kan worden.

Om op relatief eenvoudige wijze inzicht te kunnen krijgen in de emissie van N_2O uit door klaver gebonden stikstof is gekozen voor een indirecte benadering. Deze bestond uit het meten van de emissie uit grasland met en zonder klaver bij een gelijke opbrengst. Hierbij moet het grasland zonder klaver bemest worden met een zodanige hoeveelheid kunstmeststikstof dat een gelijke opbrengst behaald wordt. Op deze wijze kan de emissie uit door klaver gebonden stikstof direct vergeleken worden met de emissie uit kunstmeststikstof. Dan kan ook een emissiefactor opgesteld worden die weliswaar niet direct gerelateerd is aan de hoeveelheid door klaver gebonden stikstof, maar wel aan de hoeveelheid kunstmeststikstof die bespaard is. Op deze wijze is het mogelijk een verschil in emissie als gevolg van het vervangen van kunstmeststikstof door klaver te onderscheiden van een verschil in emissie als gevolg van een verschil in totale stikstofvoorziening, zich uitend in een verschil in productieniveau.

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

In dit hoofdstuk wordt op basis van het in ROB uitgevoerde onderzoek de effectiviteit van de onderzochte maatregel gekwantificeerd. In dit hoofdstuk wordt na een inleiding voor beide experimenten de belangrijkste resultaten weergegeven, alsmede een verwijzing naar rapport of publicatie, waarin meer resultaten van de betreffende proef zijn gegeven.

4.1 Inleiding en beoogde werking

De belangrijkste bron van emissie van N_2O uit grasland is de bemesting met stikstof. De eenvoudigste weg om de emissie te verlagen is dan ook het niveau van de N-bemesting te verlagen. Verlaging van de N-gift heeft echter al snel een verlaging van de gewasopbrengst tot gevolg en werkt daardoor kostenverhogend. Bovendien zal een daling van de gewasopbrengst gecompenseerd worden door productie elders, waardoor het netto effect op de emissie van N_2O onzeker is. Een mogelijkheid om de dalende gewasopbrengst in grasland te compenseren is de introductie van klaver, de lagere bemesting wordt dan gecompenseerd door biologische binding van luchtstikstof. Volledige compensatie van een verlaagde kunstmestgift is mogelijk tot een stikstofgift van ongeveer 200 tot 250 kg ha⁻¹ jaar⁻¹, bij een hogere stikstofgift zal de opbrengst terug lopen. Dit betekent dat binnen het traject van stikstofgiften waar voldaan wordt aan de normen van MINAS het gebruik van klaver niet hoeft te leiden tot vermindering van de opbrengst en daarmee ook niet kostenverhogend werkt.

Bij door klaver gebonden N kan niet, zoals bij N uit bemesting, N_2O gevormd worden in de tijd tussen toediening en opname door de plant. Wel vindt, net als bij bemesting, emissie plaats nadat door het gewas opgenomen N weer door mineralisatie is vrij gekomen. Bovendien is het N-gehalte van klaver hoger dan het N-gehalte van gras bij een normaal bemestingsniveau. Dit kan aanleiding geven tot een minder efficiënt gebruik van de N in het gewas door het vee, waardoor meer N in mest en urine terecht kan komen en hier aanleiding kan geven tot een verhoogde emissie van N_2O .

Bij officiële berekeningen van de emissie van lachgas wordt emissie uit door klaver in grasland gebonden stikstof niet meegerekend. Er zijn volstrekt onvoldoende metingen gedaan om een emissiefactor te kunnen onderbouwen. De schaarse gegevens wijzen op een vergelijkbare emissie uit kunstmeststikstof en door klaver gebonden stikstof in graslanden met een vergelijkbare opbrengst. Bovendien wordt het berekenen van de emissie van lachgas uit door klaver in grasland gebonden stikstof bemoeilijkt door het ontbreken van een goede methode om de binding van stikstof in grasland te kunnen kwantificeren. Om deze reden wordt door klaver in grasland gebonden stikstof ook niet meegeteld bij de berekening van het MINAS overschot. Om te voorkomen dat klaver gebruikt wordt als compensatie voor een

door MINAS afgedwongen verlaging van de stikstofbemesting is in de toekomst opname van deze stikstofbron in de MINAS berekening wel te verwachten. Als er dan een goede emissiefactor is kan deze emissie ook meegerekend worden.

Een belangrijk voordeel van het vervangen van kunstmest-N door klaver is het vermijden van de emissies van N_2O en CO_2 tijdens productie en transport van de kunstmest.

Medio 2000 bleek slechts één veldproef in Nederland te bestaan waarin het mogelijk was direct vergelijkbare emissiemetingen van lachgas te verrichten in gras met en gras zonder klaver. Deze proef was door het Louis Bolk Instituut aangelegd op een praktijkbedrijf in Doorn. Een tweede veldproef (praktijkcentrum Aver Heino) was wel uitgewerkt maar werd pas begin 2001 gestart.

De opzet van de veldproef in Doorn had een tweetal bezwaren:

- De hoogte van de bemesting was van tevoren vastgesteld en niet afgestemd op een gelijke opbrengst voor de objecten gras met klaver zonder kunstmeststikstof en gras zonder klaver met kunstmeststikstof, zodat het niet mogelijk was het effect van bemestingsniveau op de emissie te scheiden van het effect van de aanwezigheid van klaver.
- De proef was in enkelvoud aangelegd, waardoor geen statistische bewerking van de gegevens mogelijk was.

Daarom is dan ook besloten de metingen in Doorn niet voort te zetten en deze te verplaatsen naar een proef op het praktijkcentrum Aver Heino die niet deze nadelen had, zodra deze proef aangelegd was in de winter van 2001.

Doel van de veldproeven

Het vaststellen van een emissiefactor voor door witte klaver in grasland gebonden stikstof door middel van vergelijking van de emissies van gras met klaver en gras met kunstmeststikstof met een gelijk opbrengstniveau.

4.2 Doorn

Werkwijze

De proef op een praktijkbedrijf in Doorn bestond uit vier objecten: gras met en zonder witte klaver, beide met en zonder bemesting met kunstmeststikstof. Het gehele perceel is in het groeiseizoen een aantal keren met drijfmest bemest. De proef heeft geen herhalingen en wordt als één perceel beheerd. In deze proef werden de opbrengsten en de N-gehalten van gras en klaver afzonderlijk bepaald door het Louis Bolk Instituut. De hoeveelheden toegediende N in kunstmest en in drijfmest zijn gemeten. De hoeveelheid weidemest is niet bekend; deze is in principe wel voor alle behandelingen gelijk. De aanvoer van N door biologische binding is geschat op 60 kg N binding per ton oogstbare klaver zonder kunstmeststikstof en 20 kg N per ton oogstbare klaver met kunstmeststikstof.

Resultaten

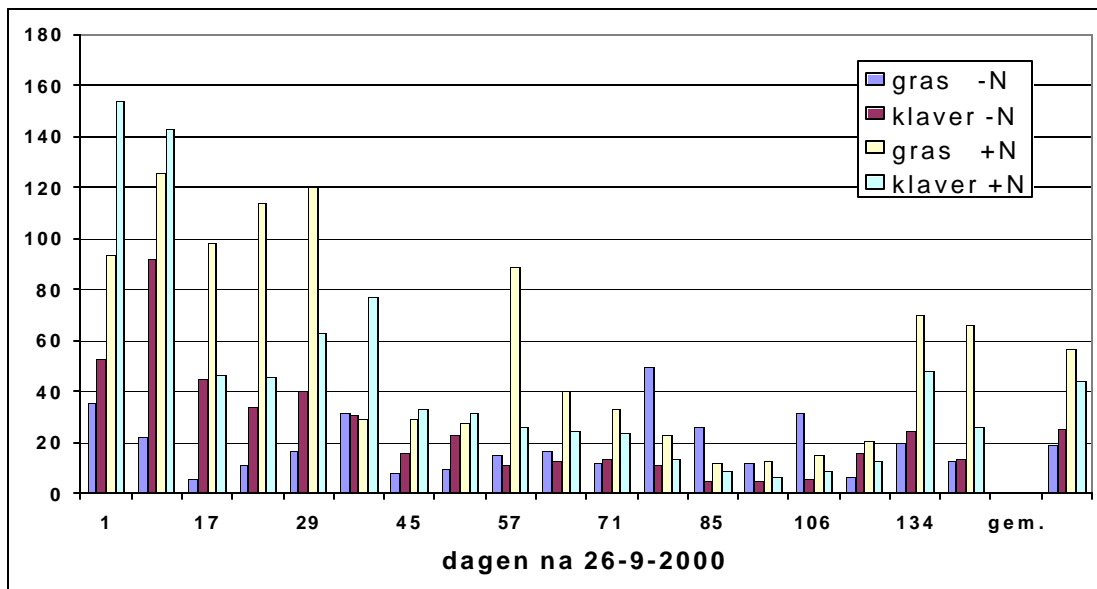
De resultaten van de veldproef in Doorn zijn samengevat in tabel 1, het verloop van de emissie in de tijd is bovendien weergegeven in figuur 1.

Tabel 1. Productie en stikstofinput (kg ha^{-1}) voor het jaar 2000, emissies van N_2O (kg ha^{-1}) voor de periode 27 september 2000 tot 14 februari 2001 en hoeveelheid N-mineraal (kg ha^{-1}) in de bodem op 18 oktober 2000 in vier objecten (gras en gras/klaver zonder kunstmest-N en gras en gras/klaver met kunstmest-N) op een praktijkperceel in Doorn.

	Gras -N	Klaver -N	Gras +N	Klaver +N
Opbrengsten				
Ton droge stof per ha	9,22	10,73	11,99	11,15
% klaver	0	27	0	18
Kg N in oogstbaar gewas	289	393	495	454
N input				
N-min drijfmest	175	175	175	175
N kunstmest	0	0	203	203
N klaver	0	175	0	40
N in weidemest	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
Totaal N	175	350	380	420
Emissie				
Kg N_2O in 141 dagen	2,6	3,2	6,9	5,3
Kg N_2O uit drijfmest en weidemest	2,6	2,6	2,6	2,6
Kg N_2O uit klaver en/of kunstmest	--	0,6	4,3	2,7
% van klaver N	--	0,2	--	0,7
% van kunstmest N	--	--	1,3	--
N-mineraal				16
0-10 cm	10	15	22	108
0-90 cm	39	62	88	

In het algemeen was de emissie van lachgas in de veldproef in Doorn hoog: in de orde van 1% van de N input voor een periode van slechts 141 dagen waarin geen bemesting is toegepast. Door de emissie van het eerste object ('gras zonder N) af te trekken van de emissie van de andere objecten wordt de aan klaver en/of kunstmest toe te rekenen lachgasemissie verkregen. De aan door klaver gebonden N toe te rekenen lachgasemissie in het object 'klaver -N' was relatief laag en bedroeg 0,2%. De aan kunstmeststikstof toe te rekenen emissie in het object 'gras +N' was erg hoog met 1,3% in 141 dagen. Als standaard wordt 1% lachgasemissie van de toegediende kunstmeststikstof op jaarbasis aangehouden. De aan kunstmeststikstof toe te rekenen emissie in het object 'klaver +N' was echter duidelijk lager met 0,7% (dit percentage geldt voor een emissie van 0 tot 0,6% uit de door klaver gebonden N).

Er is dus een duidelijk effect van stikstofbemesting op de lachgasemissie waargenomen, hoewel het effect in gras met klaver veel kleiner was dan het effect in gras zonder klaver. Het effect van klaver op de lachgasemissie was echter minder duidelijk. Zonder kunstmeststikstof verhoogde de aanwezigheid van klaver de emissie, met kunstmeststikstof was de emissie ten gevolge van klaver en kunstmest zelfs lager dan de emissie bij alleen kunstmest. Ook de opbrengst en het stikstofgehalte van het oogstbaar gewas waren in dit geval lager. Er is nog geen verklaring voor dit verschil gevonden.



Figuur 1. Emissie van N_2O ($g\ ha^{-1}\ dag^{-1}$) uit vier objecten in een veldproef in Doorn.

Discussie

Door de relatief korte meetperiode is een goede vergelijking tussen de objecten moeilijk. Door verschillen in emissiepatroon (emissie uit kunstmeststikstof direct na toediening; emissie uit klaverstikstof alleen na mineralisatie) is hiervoor in principe kwantificering over een vol jaar nodig. Door de proefopzet zonder herhalingen kan geen uitspraak over de statistische betrouwbaarheid van de resultaten gedaan worden. Ook wordt een goede vergelijking bemoeilijkt doordat de objecten gras met klaver en gras met kunstmeststikstof geen gelijk opbrengstniveau hadden.

Voorlopig kan geconcludeerd worden dat in deze proef de emissie van N_2O uit door klaver gebonden N aanzienlijk minder was dan de emissie uit kunstmeststikstof. Op grond van de schaarse literatuur werd geen of slechts een gering verschil verwacht. De proefopzet laat statistische bewerking van de resultaten niet toe en de meetperiode was niet representatief voor een volledig jaar, zodat het geconstateerde verschil in emissie slechts als indicatie kan worden gebruikt. Gevoegd bij de vermeden emissies bij productie en transport van kunstmest lijkt het gevonden verschil in emissie verder onderzoek naar de mogelijkheden van vermindering van de emissie van N_2O door het gebruik van klaver in plaats van kunstmeststikstof zeker te rechtvaardigen.

De metingen in de proef op praktijkcentrum Aver Heino zullen naar verwachting wel een volledig jaar kunnen beslaan en tot een toetsing van de verwachte effecten van klaver leiden in het voorjaar 2002.

Perspectieven

Gebruik van klaver in alle daarvoor geschikte grasland in Nederland, ongeveer 600.000 ha tegenover ongeveer 50.000 ha nu, geeft een vermindering van broeikasgasemissies van ongeveer 1Mton CO₂-equivalenten bij productie en transport (Corré & Pinxterhuis, 2000). De hoeveelheid kunstmeststikstof die maximaal vervangen kan worden veroorzaakt een emissie van ongeveer 0,3 Mton CO₂-equivalenten (1% emissie van 150 kg ha⁻¹). Uit de resultaten van deze proef lijkt het waarschijnlijk dat gebruik van klaver ook deze emissie substantieel kan verlagen. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat in deze proef het niveau van emissie aanzienlijk hoger lag dan het uit de literatuur af te leiden gemiddelde.

Afwenteling en TEWI

De verlaging van de emissie bij productie en transport heeft geen gevolgen voor andere emissies en is daarmee een netto besparing. Klaver heeft een hoger stikstofgehalte dan gras bij een gelijk opbrengstniveau. Hierdoor zal de stikstof in klaver minder goed benut kunnen worden door dieren en zal wat meer stikstof N in urine komen. Dit zal leiden tot een kleine verhoging van de emissie van lachgas en tot wat meer verlies van ammoniak en/of nitraat. Wanneer klaver niet gebruikt wordt om kunstmeststikstof te vervangen maar alleen om aan de MINAS normen te voldoen heeft het gebruik van klaver een verhoging van de emissie van lachgas en van de verliezen van andere vormen van stikstof tot gevolg. Mede om deze reden is het wenselijk dat de stikstofbinding door klaver wordt opgenomen in de MINAS berekeningen.

4.3 Heino

Werkwijze

In de winter van 2001 is op het Proefcentrum Aver Heino een proef aangelegd waarin de effecten van een groot aantal aspecten van bemesting op klaver gemeten worden. In deze maaiproef worden onder andere meerdere bemestingsniveaus (met drijfmest of stalmest) vergeleken en ook is een object opgenomen waarin de bemesting met kunstmest-N zo geregeld wordt dat een gelijke opbrengst verkregen wordt als in een object met klaver. Bovendien is de proef in drie herhalingen aangelegd, waardoor de resultaten ook statistisch verwerkt kunnen worden.

Vanaf half maart 2001 tot juni 2002, met een door de mond- en klauwzeer uitbraken noodzakelijke onderbreking van eind maart tot eind mei 2001, is in een aantal objecten van deze proef de emissie van lachgas gemeten.

Objecten:

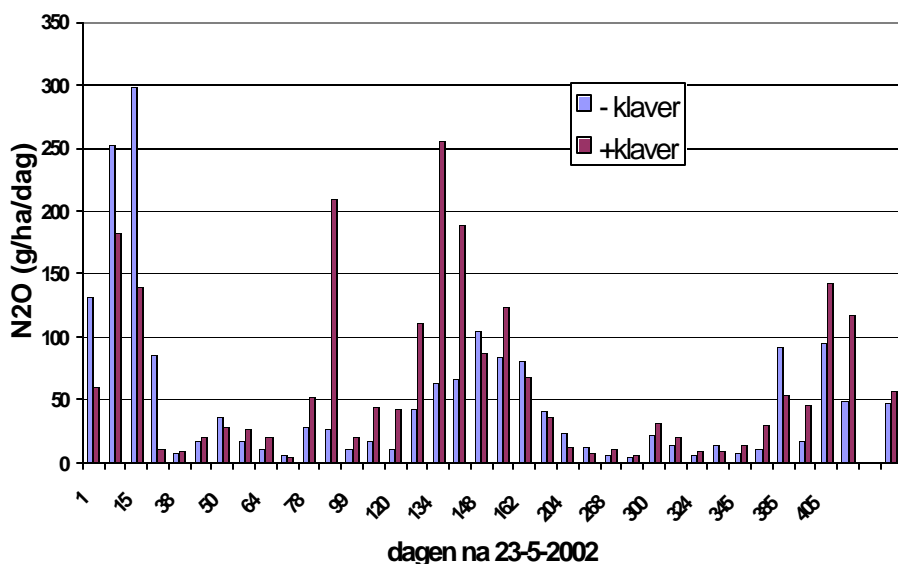
- 1 Geen klaver, geen stikstofbemesting.
- 2 Geen klaver, kunstmeststikstof tot opbrengstniveau van object 3.
- 3 Klaver, geen stikstofbemesting.
- 4 Geen klaver, 20 ton drijfmest, kunstmeststikstof tot opbrengstniveau van object 5.
- 5 Klaver, 20 ton drijfmest, geen kunstmeststikstof.
- 6 Geen klaver, 30 ton drijfmest, kunstmeststikstof tot opbrengstniveau van object 7.
- 7 Klaver, 30 ton drijfmest, geen kunstmeststikstof.

Resultaten

De resultaten van de veldproef in Doorn zijn samengevat in tabel 2, het verloop van de emissie in de tijd is bovendien weergegeven in figuur 2.

Tabel 2. Productie ($kg\ ha^{-1}$) voor het jaar 2001 en emissies van N_2O in verschillende perioden ($kg\ ha^{-1}$) in grasland met en zonder klaver op een proefperceel in Heino, gemiddelde waarden voor drie drijfmestgiften (0, 20 en 30 ton ha^{-1}).

	Gras zonder klaver	Gras met klaver
Opbrengsten		
Ton droge stof per ha 2001	12,5	13,3
% klaver	3	22
Ton droge stof per ha 1 ^e snede 2002	3,5	4,1
Emissie in periode:		
1 (12-03-01 – 20-03-01)	0,2	0,2
2 (23-05-01 – 29-06-01)	5,3	2,6
3 (29-06-01 – 01-08-01)	0,5	0,6
4 (01-08-01 – 17-10-01)	2,5	7,8
5 (17-10-01 – 14-02-02)	3,4	3,9
6 (14-02-02 – 14-05-02)	0,9	1,2
7 (14-05-02 – 12-07-02)	3,4	4,1



Figuur 2. Emissie van N_2O ($g\ ha^{-1}\ dag^{-1}$) uit vier objecten in een veldproef in Heino

De proef heeft in 2001 niet de beoogde resultaten opgeleverd. De opbrengst van object 1 was 12,4 ton droge stof en de opbrengst van de andere objecten zonder klaver was maar zo weinig lager dan de opbrengst van de objecten met klaver dat in 2001 geen kunstmeststikstof gegeven is. Ook het effect van de drijfmestgiften op de opbrengst was zeer gering. Dit wijst er op dat de stikstofvoorziening van de objecten zonder klaver ongewoon hoog was. Waarschijnlijk is dit veroorzaakt door het doodspuiten van de klaver in deze objecten bij het aanleggen van de proef. Hierdoor is de in de klaver aanwezige stikstof versneld gemineraliseerd. Ook in 2002 was de op-

brengrst van de objecten zonder klaver (en nog zonder kunstmestgift) nog hoog, maar deze was wel duidelijk lager dan de opbrengst van objecten met klaver. Er lijkt dit jaar dus wel een kunstmestgift nodig te zijn om de opbrengsten op een gelijk niveau te houden.

Een vergelijking van de emissie van lachgas tussen klaver en een voor dezelfde opbrengst benodigde hoeveelheid kunstmeststikstof is dus voor 2001 niet mogelijk. De totale emissie is dan ook verdeeld over verschillende perioden met als doel aan te kunnen geven tot wanneer de emissie beïnvloed kan zijn door een abnormale stikstofvoorziening en vanaf wanneer de gemeten emissies weer wel bruikbaar kunnen zijn voor het bepalen van een emissiefactor voor door klaver gebonden stikstof.

In periode 1 (half maart tot eind maart 2001) lag de emissie nog op een laag niveau door de lage temperatuur. Er was geen verschil meetbaar tussen objecten met en zonder klaver, wel was er een effect van de drijfmestgiften.

In periode 2 (juni 2001, na een onderbreking in verband met de MKZ crisis) bleek de emissie uit de objecten zonder klaver veel hoger te zijn dan de emissie uit de objecten met klaver. Waarschijnlijk is dit veroorzaakt door een versterkte mineralisatie na het doodspuiten van de klaver in de betreffende veldjes.

In periode 3 (juli 2001) lag de emissie op een laag niveau door droogte, er was geen verschil meetbaar tussen de objecten met en zonder klaver.

In periode 4 (augustus tot half oktober 2001) lag het niveau van de emissie weer hoger en was er een duidelijk hogere emissie uit de objecten met klaver. Het lijkt aannemelijk dat juist later in het seizoen normaal een versterkte mineralisatie plaats vindt uit afgestorven delen van klaver.

In periode 5 (half oktober 2001 tot half februari 2002) lag de emissie weer op een laag niveau door de lage temperatuur en was er nauwelijks verschil in emissie tussen objecten met en zonder klaver.

In periode 6 (half februari tot half mei 2002) lag de emissie nog op een relatief laag niveau. De emissie was wel hoger in de objecten met klaver en in de objecten met drijfmest.

In periode 7 (half mei tot half juli 2002) was er aanvankelijk een effect van de stikstofbemesting zichtbaar, maar over de hele periode was toch de emissie uit de objecten met klaver iets hoger dan de emissie uit de objecten met kunstmest.

Discussie

De problemen met een abnormaal hoge stikstofvoorziening van onbemeste objecten heeft de resultaten van 2001 onbruikbaar gemaakt voor het berekenen van de emissie uit door klaver gebonden stikstof. Uit het verdere verloop in het jaar 2002 zal moeten blijken of de stikstofvoorziening van de onbemeste objecten dit jaar wel

realistisch is. Pas dan kan geconcludeerd worden in hoeverre de resultaten van de emissiemetingen dit jaar bruikbaar zijn en eventuele voortzetting van de metingen tot een vol jaar beschikbaar is zinvol lijkt.

Perspectieven

Deze proef geeft geen aanleiding tot nuancering van de perspectieven zoals geschetst in paragraaf 4.2.

Afwenteling en TEWI

Ook over dit onderwerp heeft deze proef nog geen inzichten opgeleverd.

5 Nieuwe inzichten op basis van het uitgevoerde onderzoek

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

- Het doodspuiten van klaver in een aantal objecten in de veldproef in Heino heeft een grote hoeveelheid stikstof voor het gewas beschikbaar gemaakt. Dit heeft een emissie van enkele kg lachgas per hectare tot gevolg gehad. Gezien deze hoeveelheid lijkt het waarschijnlijk dat na het scheuren van grasland met klaver meer stikstof zal mineraliseren dan na het scheuren van grasland zonder klaver. Het gebruik van klaver verhoogt daarmee het risico van verhoogde emissie van lachgas en van andere stikstofverliezen na scheuren van grasland. Dit wordt bevestigd door Kaiser et al. (1999), zij vonden een aanzienlijk grotere stikstofopname in gerst na het onderploegen van een twee jaar oud klavergewas en een twee jaar oud gras/klaver mengsel dan na onderploegen van een twee jaar oud grasland bemest zonder klaver.

6 Evaluatie van maatregelen

De maatregel 'vervangen van kunstmeststikstof door klaver in grasland' is beoordeeld op een aantal aspecten, van belang voor het beoordelen van de waarde van de maatregel.

- **Effectiviteit**
Gebruik van klaver is zeer effectief door een grote vermindering van de emissies tijdens productie en transport van kunstmeststikstof.
- **Kostenefficiëntie**
Deze maatregel is zeer kostenefficiënt doordat gebruik van klaver bij de MINAS normen kostenneutraal is.
- **Controleerbaarheid**
De effectiviteit van het gebruik van klaver is moeilijk vast te stellen omdat het aandeel klaver in grasland door de grote variatie in tijd en ruimte moeilijk vast te stellen is.
- **Handhaafbaarheid**
Gebruik van klaver is in principe controleerbaar in het veld; vermindering van het gebruik van kunstmeststikstof is controleerbaar via de mineralenboekhouding.
- **Risico op afwenteling**
Gebruik van klaver heeft waarschijnlijk een geringe verhoging van de vervluchtiging van ammoniak en van de uitspoeling van nitraat tot gevolg, met daaraan gekoppeld een zeer kleine verhoging van de emissie van lachgas.
Een groter risico van afwenteling zit in de mogelijkheid klaver te gebruiken voor het voldoen aan de MINAS normen en niet voor het (op bedrijfsniveau) vervangen van kunstmeststikstof. In dit geval geeft het gebruik van klaver geen vermindering van de emissie door besparing op kunstmeststikstof maar wel de emissies verbonden aan het gebruik van klaver zelf.
- **Draagvlak bij boeren**
Gebruik van klaver heeft een goed draagvlak, mits goede voorlichting gegeven wordt over goed graslandmanagement bij gebruik van klaver.
- **Kennishiaten**
Voortzetting van het onderzoek is nodig om een betrouwbare emissiefactor voor door stikstof gebonden klaver op te kunnen stellen.

7 Conclusies

Het onderzoek heeft tot nu toe onvoldoende resultaten opgeleverd om de emissie van lachgas uit door klaver gebonden stikstof op een betrouwbare manier te kunnen schatten of berekenen. Wel geven de resultaten de indicatie dat deze emissie duidelijk lager is dan de emissie uit kunstmeststikstof. Op grond van zeer schaarse literatuur werd geen of slechts een klein verschil verwacht. Verder onderzoek is nodig om tot een goede schatting van de emissie uit door klaver gebonden stikstof te komen.

Wel blijft duidelijk dat door gebruik van klaver in plaats van kunstmeststikstof een grote vermindering plaats vindt van de emissie van lachgas en CO₂ verbonden aan de productie en het transport van de kunstmest. Dit maakt gebruik van klaver tot een maatregel met een grote potentiële vermindering van de emissie van broeikasgassen.

Referenties

Corré, W.J. & J.B. Pinxterhuis, 2000. Beperking van lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland. Een systeemanalyse. Alterra-rapport 114.4.

Corré, W.J., Th.G. van Hattum & J.B. Pinxterhuis, 2002. Lachgasemissie uit door klaver gebonden stikstof. Verslag van en praktijkproef in Doorn. Een systeemanalyse. Nota 149. Plant Research International, Wageningen.

Kaiser, E-A., K. Kohrs, M. Kücke, E. Schnug, J.C. Munch & O. Heinimeyer (1998). Nitrous oxide release from arable soil: importance of perennial forage crops. *Biology and Fertility of Soils* 28: 36-43.

