

## 8. Mogelijkheden voor emissiereductie in de landbouw

*P.J. Kuikman (Alterra)*

### 8.1 Inleiding

Nederland heeft in Kyoto in 1997 afspraken gemaakt over vermindering van de uitstoot van broeikasgassen naar de atmosfeer met 6% ten opzicht van 1990. Deze reductiedoelstelling vormt de motor achter het Nederlandse klimaatbeleid<sup>1</sup>. Het uiteindelijke doel van het beleid is om de emissies te beheersen en te verminderen tot een acceptabel niveau. Wat acceptabel is, wordt dan meestal bepaald door het compromis tussen politieke realiteit en milieukundige wenselijkheid. Implementatie van beleidsmaatregelen vereist vervolgens dat er draagvlak is in de praktijk voor de voorgestelde maatregelen. Draagvlak wordt gecreëerd als er voldoende kennis is over de noodzaak en effectiviteit van de voorgestelde maatregelen en als die kennis effectief wordt gecommuniceerd met de doelgroepen. Geconstateerd kan worden dat zowel bij het beleid als in de praktijk de kennis nog onvolledig is. Dit onderdeel bespreekt de volgende vragen:

- wat is de bron van emissies van broeikasgassen in de Nederlandse landbouw?;
- wat is de samenhang tussen milieubeleid, ruimtelijke ontwikkelingen in de landbouw en emissie (beperkende maatregelen) van overige broeikasgassen;
- op welke wijze kan via technologische innovaties een reductie worden gerealiseerd; hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen kennis- en informatietechnologie, biotechnologie en technologische maatregelen;
- wat zijn uitvoerbare en perspectiefvolle maatregelen op bedrijfsniveau om de emissie te verminderen.

### 8.2 Emissies van broeikasgassen uit de landbouw

In de IPCC/OECD-methodologie worden drie categorieën van emissies onderscheiden:

- Directe emissies als gevolg van de toediening van stikstof via kunstmest, organische mest, gewasresten, slib, compost en stikstofbindende gewassen. De versnelde stikstofmineralisatie door drainage van veengronden valt ook onder deze categorie;
- Directe emissies als gevolg van de toevoer aan beweid grasland van stikstof via mest en urine door weidend vee, en de directe emissie tijdens opslag van mest en urine van opgestald vee. De emissie die veroorzaakt wordt door de toediening (uitrijden) van dierlijke mest valt onder categorie (i);

---

<sup>1</sup> Uitvoeringsnota *Klimaatbeleid. Deel I: Binnenlandse maatregelen*. Ministerie van VROM, Juni 1999. Deze nota richt zich op het beleid om het binnenlandse aandeel in de reductieverplichting voor broeikasgassen van -6% in de 1ste budgetperiode 2008-2012 van het Kyoto Protocol en de daaruit voortvloeiende afspraken binnen de Europese Unie te realiseren.

- Indirecte emissies, verbonden met de lekkage via uitspoeling en ammoniakvervluchting van stikstof uit het agro-ecosysteem naar elders. Deze emissies heten indirect omdat de emissies het resultaat zijn van stikstof uit de landbouw, maar elders plaatsvinden, bijvoorbeeld in bossen en oppervlaktewateren.

De bijdragen van de landbouw aan de emissie van CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O zijn ongeveer even groot. Methaan en lachgas zijn de belangrijkste broeikasgassen van de 'overige broeikasgassen'. De onzekerheid in de schattingen van de emissies van methaan en lachgas is groot. In de afgelopen jaren zijn weliswaar diverse rapporten met vergelijkbare schattingen gepubliceerd, doch bij nadere bestudering blijkt dat deze schattingen zijn gebaseerd op dezelfde primaire bronnen. En die laatste zijn schaars en onvolledig.

### *Lachgasemissies*

De bodem is de belangrijkste bron van lachgas in de landbouw (>95%). Omdat alle landbouwgronden bijdragen aan de emissie van lachgas wordt de bodem als een diffuse bron van lachgas gekenmerkt. De totale lachgasemissie uit de Nederlandse landbouw wordt geschat op ruim 25 Gg N<sub>2</sub>O-N per jaar (1 Gg = 109 g = 1 kton = 1 miljoen kg) ofwel ruim 8 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten (RIVM, 2000). Dat komt overeen met 4% van de totale broeikasgasemissie in Nederland, gemeten in CO<sub>2</sub>-equivalenten. Lachgas wordt gevormd bij omzettingen van stikstof. *Kunstmest en dierlijke mest* zijn de belangrijkste stikstofbronnen in de landbouw en daarom ook de belangrijkste bronnen van lachgas. Sturende factoren zijn beweidingsstelsel, bodemtype, grondwaterstand en weersomstandigheden. De emissie per ha landbouwgrond is zeer hoog in Nederland, in vergelijking met omringende landen. Die hoge emissie hangt vooral samen met de hoge input van stikstof per ha en ook met de aanwezigheid van relatief natte gronden. Aan het eind van de vorige eeuw is de emissie van lachgas als gevolg van onderwerken in plaats van oppervlakkig toedienen van dierlijke mest toegenomen.

### *Methaanemissies*

De landbouw neemt 40-47% van de totale methaanemissie in Nederland voor haar rekening (RIVM, 1997). In CO<sub>2</sub>-equivalenten bedraagt de uitstoot van methaan 11 Tg; dit is omgerekend in CO<sub>2</sub>-equivalenten 5% van de totale broeikasgasemissie in Nederland. In Nederland is de landbouw de belangrijkste bron van methaan via voervertering in vee (80%) en mestopslag (20%). Bij de categorie 'voervertering vee' zijn *herkauwers* en dan met name koeien verreweg de grootste bron (90%); varkens leveren slechts een heel geringe bijdrage. Herkauwers en mest zijn puntbronnen en zijn goed traceerbaar. Sturende factoren voor de emissie van methaan uit herkauwers zijn omvang veestapel, voersamenstelling en productieniveau; voor mest zijn dat de bewaarperiode en bewaaromstandigheden (temperatuur) en het voederrantsoen van rundvee. Mestopslagen dragen voor ongeveer 20% bij aan de totale methaanemissie uit de landbouw. Sinds het einde van de jaren tachtig is de bijdrage van mestopslagen toegenomen, omdat dierlijke mest in de winterperiode niet meer op het land wordt uitgereden en de mest gemiddeld

langer in de mestopslag ligt dan vóór 1987. Het is niet bekend hoeveel de methaanemissie is toegenomen door maatregelen die in het kader van het mestbeleid zijn genomen.

### 8.3 Reductie van emissie van lachgas en methaan

In de tweede helft van de vorige eeuw is de emissie van lachgas en methaan uit de landbouw in Nederland steeds verder toegenomen. Op dit moment staat de Nederlandse landbouw aan het begin van een geprognoseerde vermindering van de emissie van lachgas en methaan. De uitvoeringsnota *Klimaat* gaat uit van een geringe beperking van de emissie van lachgas en methaan uit de landbouw bij ongewijzigd beleid: dit is het gevolg van maatregelen zoals opkoopregelingen (minder vee en minder mest), invoering van Minas (een efficiëntere benutting van stikstof in mest en lager mestoverschot) en ecologisering van de landbouw (minder gebruik van kunstmest). Deze ontwikkelingen kunnen leiden tot een verlaging van emissies in de orde van 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. In de *Nationale Milieuverkenning 5 2000-2030* (RIVM, 2000) zijn resultaten van modelberekeningen gepresenteerd die de effecten van verschillende (beleids)maatregelen op de emissies van lachgas en methaan weergeven.

Voor lachgas wordt in de *Nationale Milieuverkenning 5* een potentiële vermindering van de totale emissie uit de landbouw berekend van ongeveer 2-3 Gg N<sub>2</sub>O (10% van de geschatte totale lachgasemissie in 1990) te realiseren in het jaar 2010 en oplopend tot 3-4 Gg N<sub>2</sub>O in 2020 (tabel 8.1). De emissie van lachgas steeg van 1990 tot 1999 met 15% van 21,5 tot 25,0 Gg (en bedroeg in 1995 zelfs 27,6 Gg) als gevolg van een andere wijze van toediening van dierlijke mest. De geprognoseerde vermindering moet worden gerealiseerd door een betere benutting van stikstof uit dierlijke mest en kunstmest (door een lagere stikstofgift per ha en daardoor minder stikstofverliezen).

Voor methaan wordt in de *Nationale Milieuverkenning 5* een afname van deze emissie verwacht van 505 Gg CH<sub>4</sub> in 1990 tot 360-390 in 2010 en die verder afneemt tot 350 Gg CH<sub>4</sub> in 2020 ofwel een reductie van ruim 25% (tabel 8.1). Deze afname wordt berekend op basis van een verwachte daling in de omvang van de veestapel en door een verwachte lagere methaanproductie per dier. Deze afname kan echter lager uitvallen als bij een toenemende productiviteit per dier, de methaanemissie uit voervertering per dier hoger wordt (Corré et al., 1997).

Verdere reductie is mogelijk bij een intensivering van het mineralenbeleid en kan leiden tot een emissiereductie voor lachgas met -6,5% en voor methaan met -20%. Deze schattingen van de potentie van emissiereductie lijken, zeker voor lachgas, aan de lage kant (zie Velthof en Oenema, 1997). Volledige implementatie van Minas in de Nederlandse landbouw betekent dat het kunstmestverbruik met ongeveer 50% en de productie van stikstof in dierlijke mest met circa 30% zal verminderen. Op basis hiervan zou mogen worden aangenomen dat de lachgasemissie met meer dan 30% zal zijn verminderd in het jaar 2008. Een intensivering van het mineralenbeleid zou bijvoorbeeld in houden: inkrimpen jongvee- en vleesveestapel, export pluimveemest, emissie-arm toedienen van mest, lagere stikstofgift op grasland, emissie-arme rundveestallen, hogere acceptatie van dierlijke mest, lagere fosfaatnorm en minder vee (zie Oenema, 1999).

Tabel 8.1 Omvang van emissies van methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O-N) uit de Nederlandse landbouw in 1990 en 1999 zoals gerapporteerd aan UNFCCC (Olivier et al., 2001); projecties voor 2010 op basis van Nationale Milieuverkenning 5 uit 2000 (RIVM, 2000) en UNFCCC (2000)

	1990	1999	2010
	Gg per jaar (Mton CO <sub>2</sub> -equivalenten)		
Methaan	505 (10,6)	423 (8,9)	360-390 (7,6 - 8,2)
Lachgas	22,2 (6,9)	25,7 (8,0)	19,9-20,9 (6,2 - 6,5)

#### 8.4 Effecten van overig beleid op emissie van lachgas en methaan

De landbouw is de afgelopen jaren geconfronteerd met een groot scala aan beleidsmaatregelen op het gebied van vermessing, verzuring, verdroging, vernatting die direct of indirect ook gevolgen hebben voor de emissie van lachgas en methaan.

- *Ecologisering van de landbouw* - kan leiden tot een betere benutting van het water en de nutriënten die reeds aanwezig zijn in bodem, gewasresten en organische mest, en gaat dan gepaard met vermindering van het gebruik van kunstmest en mogelijk een vermindering van de stikstofverliezen uit de landbouw naar het omringende milieu. De emissie van lachgas neemt naar verwachting daardoor af. Vervanging van kunstmeststikstof door biologisch gebonden stikstof in klavers en andere leguminosen heeft waarschijnlijk een gering effect. Weliswaar wordt hierdoor de lachgasemissie bij de productie van nitraathoudende kunstmeststoffen voorkomen, maar er zijn aanwijzingen in de literatuur dat de emissiefactor van aangevoerde stikstof via klavers even hoog is als die van kunstmest.
- *Atmosferische depositie van stikstofoxides en ammoniak* - zowel verzuring als verrijking van bosecosystemen met stikstof leiden tot verhoging van de emissie van lachgas.
- *Vernatting* - de methaanemissie neemt toe en de lachgasemissie kan zowel toe- als afnemen en is afhankelijk van het niveau van het grondwater en vooral van variaties in de grondwaterstand. De veranderingen in methaan- en lachgasemissies door vernatting zijn afhankelijk van de mate van vernatting, van het bodemtype, en vooral van het voormalig en toekomstig beheer van het land (maaien versus weiden, bemesting, bouwplan, bebossing, enzovoorts).
- *Verdroging* - leidt tot veranderingen in de emissie van voorheen zeer natte gronden: een verlaging van de grondwaterstand van intensief beheerd grasland op veengrond van gemiddeld 40 cm naar gemiddeld 60 cm gepaard gaat met een zeer forse toename (verdubbeling) van de lachgasemissie. De methaanemissie reageert zeer sterk op veranderingen in de gemiddelde grondwaterstand in het traject 0 tot 40 cm. Bij een gemiddelde grondwaterstand van 10 cm is de methaan emissie van grasland op veengrond zeer hoog; bij een gemiddelde grondwaterstand van 40 cm verwaarloosbaar klein. Aanvullend beleid voor bijvoorbeeld de droge zandgronden om de uitspoeling van nitraat naar grondwater en oppervlaktewater verder te beperken, zal waarschijnlijk gepaard gaan met een verdere vermindering van de (indirecte) lachgasemissie.

- *Teelt van biomassa* - voor de winning van bio-energie gaat gepaard met emissie van lachgas als gevolg van benodigde stikstofaanvoer en grondbewerking. Gewassen als koolzaad en wintertarwe behoeven per eenheid biomassa meer stikstof dan populieren en hennep.
- *Veranderingen in landgebruik* - de herstructurerings- en reconstructiewetten zullen mogelijk als neveneffect hebben dat de emissies van methaan en lachgas afnemen als gevolg van veranderingen in de dichtheid van de veestapel; omzetting van grasland in bouwland leidt tot een aanzienlijke verhoging van emissie van lachgas en kooldioxide. Onduidelijk is of bij het omgekeerde, omzetting van bouwland in grasland of bos, een verminderde flux van lachgas optreedt, zoals dat wel het geval is voor de emissie van koolstofdioxide.
- *Grondbewerking* - leidt tot lagere methaanconsumptie en toename van lachgasemissies.

## 8.5 Reductieplan overige broeikasgassen

Nederland wil in de landbouw komen tot een verdere reductie van emissies van lachgas en methaan dan via autonome ontwikkeling. In het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen wordt in de periode 2000-2002 onderzoek verricht dat is gericht op het identificeren en kwantificeren van (kosten)effectieve maatregelen die leiden tot een reductie van de emissie van lachgas en methaan uit de Nederlandse landbouw. Het onderzoek moet leiden tot beschrijving van specifieke maatregelen in de vorm van Goede Landbouw Praktijken en onderbouwing daarvan met emissiefactoren. Deze emissiefactoren zijn van belang voor de rapportage binnen internationale kaders (IPCC).

Een deel van het ROB onderzoek is gericht op maatregelen die binnen de landbouw kunnen worden genomen en wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met producten en gebruikers<sup>1</sup>. Daarin wordt via praktijkonderzoek nagegaan of door verandering van de wijze van bedrijfsvoering de emissies kunnen worden teruggedrongen. Op dit moment zijn deze landbouwmaatregelen nog in het reservepakket van de klimaatnota van VROM deel I opgenomen (zie ook interview met minister Pronk in Natuur en Milieu, april 2001). In dit deelrapport wordt verwezen naar de resultaten van de systemanalyses voor verschillende projecten (Kuikman et al., 2000, [www.robklimaat.nl](http://www.robklimaat.nl)).

In het thema ROB - landbouw worden nu ruim 10 concrete (groepen) van maatregelen onderzocht. Het betreft onder andere de ontwikkeling van Goede Landbouw Praktijken met onderwerpen als strategie in beweiding, toediening en keuze bemesting, behandeling van gewasresten, introductie van klavergrasland, aanpassen herinzaai grasland en strategie in waterbeheer en beregening, vergisting van mest (vergisting en co-vergisting in speciale

---

<sup>1</sup> Op dit moment is de kennis over de emissie van methaan en lachgas uit de landbouw te onvolledig om gericht en kosten-effectief emissiebeperkende maatregelen te implementeren in de praktijk. De onzekerheid over de grootte van de emissie van methaan en lachgas uit de landbouw is in de orde van grootte van 50-100%; op het niveau van individuele bronnen is de onzekerheid zo mogelijk nog groter. Er is kwalitatief inzicht in de belangrijkste sturende factoren, maar vanwege de vele interacties en niet-lineaire relaties is het onmogelijk om nauwkeurige voorspellingen te doen over de effecten van mogelijke emissiebeperkende maatregelen. De emissiebeperkende maatregelen die al wel zijn geïdentificeerd, zijn geen van allen getoetst in de praktijk.

installaties, mestvergisting in bestaande mestopslagen), affakkelen van mest uit bestaande opslagen en aanpassing van transport van mest en verlagen van de methaanemissie door aanpassing van voederrantsoen van rundvee.

In de loop van 2001 en 2002 komen de eerste resultaten van deze onderzoeken beschikbaar. Op basis van de beschikbare systeemanalyses (cluster 1 Goede Landbouw Praktijken, cluster 2 Mestvergisting) wordt een reductiepotentieel berekend dat ligt tussen 1 en 8 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Dit potentieel is nog niet getoetst op de technische, economische en maatschappelijke haalbaarheid in de praktijk. De voorgestelde maatregelen verschillen aanzienlijk in kosten en draagvlak aangezien enkele maatregelen eenvoudig passen in het huidige mestbeleid maar andere maatregelen niet.

## **8.6 Strategie, technologische innovaties en demoprojecten**

Op basis van experimentele resultaten en modelberekeningen is voor de graasveehouderij een aantal strategieën voorgesteld (Velthof en Oenema, 1997; Oenema et al., 1998). Deze strategieën hebben een tweeledig doel: (i) beperking van de stikstofaanvoer en -verliezen en (ii) verlaging van de emissiefactoren. Bij elke strategie hoort een aantal zogenaamde 'Goede Landbouw Praktijken'. Essentieel is dat de maatregelen worden geanalyseerd en getoetst in bedrijfsverband, om te voorkomen dat neveneffecten optreden. Het is bijvoorbeeld te verwachten dat niet alle maatregelen die worden genomen om aan Minas te voldoen tot verlaging van emissies leiden.

Het project 'Reductie Overige Broeikasgassen' van de ministeries VROM, EZ en LNV beoogt vooral om via investeringen in technologische innovaties en demonstratie projecten een bijdrage te leveren aan de vermindering van de emissies van overige broeikasgassen. Dat geldt ook voor het deelproject van LNV; het is gefocust op investeringen in technologische innovaties en demonstratie projecten die een forse bijdrage leveren aan de vermindering van de emissies van methaan en lachgas uit de landbouw. Bij technologie kan onderscheid worden gemaakt investeringen in:

- informatietechnologie en management;
- biotechnologie;
- technologie.

### *Informatietechnologie en management*

Naar verwachting geven investeringen in informatietechnologie en management een grote vermindering van de emissie van lachgas en methaan uit de landbouw. Door te investeren in de praktijk in kennis en informatie over lachgas- en methaanbronnen en over effecten van interacties tussen emissie-controlerende factoren op die emissies kan een grote winst worden geboekt als de kwaliteit van bedrijfsvoering daardoor wordt verhoogd.

Die praktijk is heel breed, variërend van boeren, toeleverend bedrijfsleven, verwerkende industrie, tot beleidsmakers en landinrichters <sup>1</sup>.

### *Biotechnologie*

Recente ontwikkelingen in de biotechnologie geven aan dat de efficiëntie van het water- en nutriëntengebruik van gewassen met 10% of meer kan worden verbeterd <sup>2</sup>. Door nieuwe rassen en variëteiten te introduceren kan per eenheid water en stikstof meer drogestof worden geproduceerd. Op termijn kan dit worden vertaald in lagere inputs van water en stikstof bij gelijke of hogere opbrengst. Lachgasemissies per eenheid geproduceerde drogestof zijn dan vermoedelijk lager. Dit geldt ook voor de veestapel. Door de productiviteit van de veestapel te verhogen neemt de emissie per eenheid geproduceerde liter melk of kg vlees af. Veel biotechnologische maatregelen zijn omstreden, neveneffecten zijn vaak nog onvoldoende bekend en investeringskosten nogal hoog.

### *Technologische maatregelen*

Bij technologische maatregelen moet gedacht worden aan (i) techniek en technologie die de emissie van lachgas en methaan voorkomt, en (ii) techniek en technologie die het geëmitteerde lachgas en methaan wegvangt en benut of neutraliseert.

### *Voorkoming van de vorming van lachgas en methaan*

Vermindering van de rundveestapel en verkleining van de duur van de opslag van dierlijke mest zijn effectieve maatregelen om methaanemissie te verminderen (voorkomen), maar geven maatschappelijk gezien ongewenste neveneffecten. Aanzuren van de mest met een beetje zoutzuur is een potentiële mogelijkheid, omdat methanogene (methaanvormende) bacteriën gevoelig zijn voor een geringe daling in pH en een beetje extra chloride in de mest niet overal een probleem hoeft te zijn. Een zo laag mogelijke temperatuur van de mest (koeling) is ook effectief, maar dan moet worden voorkomen dat daarvoor veel energie nodig is waardoor veel CO<sub>2</sub>-emissie optreedt.

Er zijn verschillende technologische innovaties mogelijk om lachgasemissie te voorkomen. Op bedrijfsniveau zijn dat bijvoorbeeld:

- stalontwerp en mestopslag;

---

<sup>1</sup> Verschillende technologische innovaties lenen zich goed voor demonstratie projecten. Denk aan: Broeikasgasemissiebalansen en managementinstrumentaria op bedrijfsniveau, Mestscheiding in combinatie met mestvergisting en mestafzet naar akkerbouw, Siësta-beweidingsystemen, Gecontroleerde compostering, Geavanceerde bemestingsstrategieën (nitraat vs ammonium) en toedieningstechnieken, Geavanceerde bedrijfssystemen zoals De Marke als proto-type voor emissie-arm veehouderijbedrijven, Behandeling van gewasresten, Opvangen en affakkelen van methaan uit mestopslagen.

<sup>2</sup> De productie van methaan en lachgas vindt plaats via een serie van microbiologische processen en enzymatische reacties. Voor een aantal van deze enzymatische reacties zijn specifieke remmers (inhibitors) bekend. De omzetting van N<sub>2</sub>O in N<sub>2</sub> wordt geremd door acetyleen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). Acetyleen, methylfluoride (CH<sub>3</sub>F), nitrapyrin en dicyaandiamide (DCD) remmen de nitrificatie van ammoniumstikstof en dus ook de vorming van lachgas door nitrificatie. Methylfluoride remt ook de methaanoxidatie. Van zware metalen is ook bekend dat in bepaalde concentraties de processen nitrificatie, denitrificatie en methanogenese worden geremd.

- toedieningstechnieken voor dierlijke mest en kunstmest;
- beweidingensysteem, beperkt beweiden, siësta-beweiding.

Mestopslagen met dunne dierlijke mest zijn anaëroob en hebben een zeer geringe lachgasemissie. Potstallen, diepstrooiselstallen, mestvaalten met strorijke vaste mest, en composthopen hebben waarschijnlijk een hoge emissie van lachgas, omdat deze mest partieel anaëroob is en door broei een hogere temperatuur heeft.

Homogene verdeling van dierlijke mest en kunstmest geeft naar verwachting minder lachgasemissie dan onregelmatige toediening. Timing van de toediening speelt ook een grote rol. Er zijn aanwijzingen dat diepe injectie van mest een hogere emissie geeft dan ondiepe injectie. De keuze van een beweidingensysteem kan een groot effect op de emissie hebben; beperkt weiden, siëstabeweiding en bijvoeding in de wei geven naar verwachting minder emissies dan dag en nacht weiden zonder bijvoeding.

#### *Winning van methaan en lachgas*

Methaanvergisting en benutting van methaan voor energieopwekking draagt bij aan vermindering van de emissie van methaan uit mest en bovendien kan door benutting van deze bio-energie op fossiele energie worden bespaard. Mestvergisting, al dan niet samen met organische reststromen zoals afval, bermgras of gewasresten is reeds een beproefde methode om de methaanproductie in mest te optimaliseren en vervolgens nuttig te gebruiken. De leemten in de kennis met betrekking tot mestvergisting zijn voor een deel technisch van aard (welke technologie en procedures van bijmenging geven de hoogste energie-efficiëntie) en voor een deel economisch van aard (op welke wijze en met welke vorm van financiering kan (co-)vergisting van mest economisch rendabel zijn?).

Een bijkomend voordeel van vergistingstechnieken is combinatie met mestscheidingsstechnieken. Hierdoor kan ook dunne mest worden toegepast. Ook worden afzetmogelijkheden van de vergiste producten als mest daardoor mogelijk vergroot. Verschillende innovatieve technieken maken productie van meststoffen op maat voor bijvoorbeeld akkerbouw haalbaar.

In die omstandigheden waarin mestvergisting niet economisch rendabel is te exploiteren, bestaat de mogelijkheid om het methaan uit de mestopslagen af te fakkelen. Anders dan ammoniakvervluchtiging, wordt methaanemissie door microbiologische processen gereguleerd. Overkapping van de mestopslag of stal helpt dus niet om de emissie van methaan te reduceren. Een afzuigsysteem in combinatie met filter en affakkelen zou wel effectief kunnen zijn.

## **8.7 Beperking van lachgasemissie op bedrijfsniveau**

Op bedrijfsniveau is het verder van belang onderscheid te maken tussen (i) milieufactoren (zogenaamde environmental controls) en (ii) bedrijfsvoering en beheer (zogenaamde management controls) (Oenema et al., 1998). Milieufactoren worden vooral bepaald door de omgeving en het weer en zijn vrijwel niet door de boer te beïnvloeden. Via bedrijfsvoering en beheer kan de boer de grootte van de emissie wel beïnvloeden. Maatregelen in bedrijfsvoering kunnen op drie niveaus worden geïmplementeerd: strategisch, tactisch en



operationeel. Aanpassingen op strategisch en tactisch niveau hebben meestal een groter en duurzamer effect dan die op operationeel niveau. Toch blijkt uit experimenten dat juist op operationeel niveau ook een groot effect kan worden teweeggebracht. Door de juiste meststof te kiezen en op het juiste moment te bemesten en te beregenen kan de emissie van lachgas per eenheid toegediende stikstof aanmerkelijk worden verminderd.

In het kader van ROB - landbouw cluster 1 zijn via literatuuronderzoek ruim 30 maatregelen onderzocht die betrekking hebben op veranderingen en optimalisering van: 1) beweiding en bijvoeding, 2) strategieën en technieken van toediening van meststoffen, 3) beheer en behandeling van gewasresten, 4) beheer van klaver in grasland, 5) beheer, omzetting en herinzaai van grasland en 6) waterbeheer via grondwaterpeil en beregening. De eerste schatting van de haalbare reductie van lachgasemissie door middel van pakketten van maatregelen op basis van aannames bedraagt 0,5 - 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar (Kuikman et al., 2000). Deze schatting heeft een aanzienlijke onzekerheid die is gerelateerd aan de onzekerheid over de omvang van de lachgasemissie in Nederland. Ter illustratie zijn in figuur 8.1 een aantal voorbeelden uit verschillende landbouwsystemen opgenomen zoals die naar voren komen uit de systeemanalyses van ROB - landbouw (Kuikman et al., 2000).

Deze voorbeelden in bedrijfsvoering maken bijvoorbeeld gebruik van 'bemesten op het scherpst van de snede' en 'efficiënt gebruik van dierlijke mest', en leiden in de graasdierhouderij en akkerbouw tot lagere aanvoer en productie van kunstmest. Dit leidt tot zowel lagere directe als indirecte emissies. Als gevolg van beperkt weiden ('s nachts opstallen) komt minder mest en urine op grasland terecht en meer mest in de mestopslag. Omdat de emissiefactor voor stikstof uit mest en urine twee keer zo hoog is als die voor op grasland of bouwland toegediende dierlijke mest, vermindert de emissie ongeveer met een factor twee (bij gelijkblijvend kunstmestgebruik en drogestofopbrengst). Behandeling en 'beheer' van gewasresten al dan niet in combinatie met vanggewassen en groenbemesters in de akkerbouw, leidt tot minder verlies van stikstof en betere benutting door het gewas. Grondbewerking, beregening, grondontsmetting, bekalking en drainage zijn aanvullende factoren die de emissie beïnvloeden.

Onderzoek op het proefbedrijf voor ecologische landbouw 'De Lovinkhoeve' te Marknesse heeft aangetoond dat er systematische variaties in lachgasemissies voorkomen op gedraineerde percelen; boven de drainage pijpen is in een natte periode de grondwaterstand veel lager dan tussen de drainage pijpen. Dat verschil in grondwaterstand werd weerspiegeld in zeer grote ruimtelijke variaties in stikstofverliezen door denitrificatie en lachgasemissie. Dit pleit er voor om in natte perioden zeer zorgvuldig om te gaan met stikstofbemesting en de bemesting eventueel te differentiëren naar afstand tot de drainage pijp. Oriënterende metingen in de grondteelt van groenten geven aan dat de emissiefactoren voor lachgas daar hoger zijn dan in de substraatteelt. Extreem hoge emissies werden gemeten bij het stomen (ontsmetten) van de grond op naar schatting 6.000 ha (Postma, 1997). Waarschijnlijk kan hier door een goed afgestemde combinatie van stikstofbemesting, beregening en een goede timing van het stomen de emissie fors worden verminderd.

	<b>Maatregel</b>	<b>Kosten-efficiëntie a)</b>	<b>kansen en bedreigingen</b>	<b>Draagvlak</b>	<b>Omvang van potentiële reductie (Mton CO<sub>2</sub>)</b>
1	Beperkt beweiden (onder andere siësta, dag en nacht op stal, eerder in nazomer opstallen in combinatie met verlagen van N-gehalte in dierlijke mest via rantsoenaanpassing)	Klein tot gemiddeld	Relatief duur, sociale belasting boer, dierenwelzijn, gunstig voor Minas	Slecht tot redelijk	0,20-1.75
2	Minder dieren bij gelijkblijvend quotum (onder andere minder jongvee, hogere melkproductie)	Zeer groot	Gunstig voor Minas	Goed	0,05-0,15
3	Maatregelen die efficiëntie van stikstofgebruik verhogen en leiden tot minder verliezen van N (verlagen van bemesting, geen najaarstoediening dierlijke mest, deling van N-giften bij akkerbouwgewassen en efficiëntere toedieningstechnieken, geen toediening kunstmest en dierlijke mest op hetzelfde perceel)	Gemiddeld tot klein	Veel kennishiaten, moeilijk handhaafbaar, goed controleerbaar	Klein tot goed	0,05-1.4
4	Geen toediening nitraathoudende kunstmest onder natte omstandigheden en/of toepassing van nitrificatieremmers bij kunstmest en dierlijke mest	Neutraal tot klein	Neutraal voor Minas, voorlichting nodig, imago negatief door toevoeging stoffen	Klein tot redelijk	0,2-0,5
5	Afvoeren gewasresten en composteren of ander gebruik inclusief mengen van gewasresten	Klein tot (zeer) groot	Vraagt inzet menskracht, mogelijk gunstig voor Minas en nitraatuitspoeling	Klein tot redelijk	0,05-0,25
6	Aanpassen van grondbewerking	Klein (klei) tot zeer groot (zand)	Verskil per grondsoort, kennishiaten groot	Klein tot redelijk	0,20
7	Telen van wintergewassen	Klein	Gunstig voor Minas en organische stof C in de bodem; risico in teelt vlinderbloemigen emissies bij onderwerken	Redelijk tot goed	0,01

	Maatregel	Kosten-efficiëntie a)	kansen en bedreigingen	Draagvlak	Omvang van potentiële reductie (Mton CO <sub>2</sub> )
8	Introductie en uitbreiding van areaal klavergrasland	Groot (maar afhankelijk van N-niveau)	Gunstig voor ecologisering landbouw en Minas (zolang klaver N niet meetelt)	Redelijk tot goed	0,1
9	Grasland niet scheuren in de nazomer	Gemiddeld	Economisch verlies groot bij herinzaai in voorjaar, herinzaai in zomer beter maar risicovol	Gering tot redelijk	0,1-0,2
10	Herinzaai vervangen door doorzaaien van grasland of pleksgewijs scheuren	Gemiddeld tot (zeer) groot	Afhankelijk van goede methode/techniek en voorlichting	Redelijk tot goed	0,1-0,2
11	Graslandperiode kort, bouwlandperiode lang dan wel geen vruchtwisseling op grasland toestaan.	Onbekend	Beperking stikstofverlies en noodzaak tot aanvulling	Slecht tot onbekend	0,1-0,3
12	Peilbeheer of tijdelijke verhoging grondwaterstand of verhoging streefpeilen oppervlaktewater of versnelde oppervlakkige afvoer	Onbekend	Grondsoort afhankelijk, gunstig bij uit productie halen van grond, gunstig t.bijvoorbeeld anti-verdroging; gunstig op veengronden	Slecht tot redelijk	0-0,4
13	Grondwater-gestuurde bemesting en afstemming van beregening en bemesting	Onbekend	Beperkt nitraatuitspoeling, gunstig voor Minas	Redelijk	0,01 – 0,1

a) Indicatie van kostenefficiëntie voor vermindering van N<sub>2</sub>O-emissie (in gulden per ton vermeden emissies in CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar) is als volgt: klein > f 100, gemiddeld f 50-100, groot f 0-50 en zeer groot < f 0.

*Figuur 8.1 Lijst van maatregelen om de lachgasemissie te reduceren; kostenefficiëntie, kansen en bedreigingen, draagvlak in relatie tot de overige maatregelen en omvang van de potentiële reductie in Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten (op basis van Kuikman et al., 2000).*

## 8.8 Beperking van methaanemissie op bedrijfsniveau

De grootte van de emissie van methaan uit de landbouw wordt primair bepaald door de omvang van de veestapel, met name de aantallen herkauwers, de hoeveelheid mest die wordt geproduceerd en de vorm en duur van de opslag van mest. In praktische zin kan de boer het rantsoen van het vee en de wijze en duur van de mestopslag beïnvloeden alsook de hoeveelheid mest die in de mestopslag terecht komt en niet in de wei. Via toevoeging van additieven aan mest kan de emissie verder worden beïnvloed. Het aantal additieven dat de emissie van methaan uit mest fors vermindert, zonder nadelige neveneffecten, is gering. De boer kan in principe kiezen uit een aantal strategieën:

- aanpassing van het rantsoen waarbij minder methaan wordt gevormd hetgeen vaak samengaat met beperkt weiden van rundvee en de mogelijkheid in de stal ruwvoer te geven;
- de vorming van methaan bevorderen in mestvergistingsinstallaties (vergisting of co-vergisting) en het gevormde methaan vervolgens benutten voor energievoorziening;
- de vorming van methaan onderdrukken door licht aanzuren, temperatuurverlaging, additieven bij mestopslag;
- het gevormde methaan opvangen, bijvoorbeeld via een moleculaire zeef, en affakkelen waarbij CO<sub>2</sub> wordt geëmitteerd dat een minder sterk broeikasgas is dan methaan;
- verbetering van het grondwaterpeil in natuurgraslanden waarbij de methaanemissies verminderen.

Strategie (ii) heeft de laatste 10 jaar aandacht gehad in het onderzoek en staat nu opnieuw in de belangstelling, in verband met de hernieuwde belangstelling voor de winning van energie uit biomassa. Tot nu zijn de kosten van methaanwinning veel groter dan de waarde van de energie van het gewonnen methaan. Dat hangt samen met de geringe energetische waarde van dierlijke mest en ook met de huidige lage prijs voor energie (lage olieprijs op de wereldmarkt). De strategieën (iii) en (iv) zijn tot nu toe niet of onvoldoende verkend. Vooral voor de wat kleinere mestopslagen lijken dit goede alternatieven voor strategie (ii). Een aantal van deze mogelijkheden zijn onlangs in het kader van ROB onderzoekprojecten verkend (referenties) en wijzen op een reductiepotentieel van 1,5 - 3,0 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten.

## 8.9 Conclusies

Methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O) zijn de belangrijkste broeikasgassen die tot de 'overige broeikasgassen' worden gerekend. Landbouw is een belangrijke oorzaak van de emissie van lachgas en methaan in Nederland. In de tweede helft van de vorige eeuw is de emissie van lachgas en methaan uit de landbouw in Nederland steeds verder toegenomen. Op dit moment staat de Nederlandse landbouw aan het begin van een geprognosticeerde vermindering van de emissie van lachgas en methaan in de orde van 20-25%. Dit is een gevolg van de afname van omvang van de veestapel (rundvee) en van de mestproductie (varkens en runderen). Iedere maatregel die deze afname tot gevolg heeft, ondersteunt daarom beleid gericht op het terugdringen van emissies van broeikasgassen. De Nederlandse overheid

opteert voor een verdere afname van de emissie van lachgas en methaan in het klimaatbeleid. Mogelijkheden hiertoe worden onderzocht in het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen (Anon, 1999). Naast effecten via volume is de realisatie van een toename van de stikstofefficiëntie naar verwachting het meest effectief om de emissie van lachgas te verminderen. Binnen het Reductieplan Overige Broeikasgassen is een reductiepotentieel van 0,5 - 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten geschat voor lachgas op basis van literatuuronderzoek en systeemanalyse. Er worden voorstellen voor Goede Landbouw Praktijken ontwikkeld en getoetst in praktijksituaties voor onder andere beweidingsduur en intensiteit, bemestingsstrategie op bouw- en grasland, graslandbeheer (klavergrasland en graslandverbetering), beheer en inzet van gewasresten en waterbeheer en verder precisiebemesting en toepassing van vergiste mest op akkerland.

De reductie van methaan kan worden teruggebracht door toepassing van mestvergisting (reductie van 0,6 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten) of co-vergisting van mest met afval (0,7 - 1,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten), door affakkelen van methaan uit bestaande mestopslagen en bijvoeding van vee (nog onbekende reductie).

Met behulp van deze technologie is een reductie van emissie van lachgas en methaan uit de landbouw met 50% ten opzichte van de huidige omvang van emissies mogelijk. Weinig van de suggesties zijn tot op heden getoetst in het veld en nog minder worden toegepast in de praktijk. Het succes van deze maatregelen met toepassing van soms innovatieve technologieën hangt in sterke mate af van de bijdrage aan de oplossing van andere problemen binnen de landbouw en inpasbaarheid in bijvoorbeeld maatregelen die worden voorgesteld binnen Minas en het handhaven van de EU-nitraatrichtlijn.