

# **Beperking van emissie van methaan en lachgas uit de landbouw: identificatie van kennishiaten**

**Oenema, O, G.L. Velthof & P.J. Kuikman**

**Alterra-Alterra-rapport 380**

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001**

## REFERAAT

Oenema, O, G.L. Velthof & P.J. Kuikman, 2001. *Beperking van emissie van methaan en lachgas uit de landbouw: identificatie van kennishiaten*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 380. 24 blz. 5 fig. 1 tab.

In dit rapport worden kennishiaten geïdentificeerd en advies gegeven over hoe deze via vervolgonderzoek weg te werken. Hierbij is gebruik gemaakt van ervaringen in literatuuronderzoek en recente projecten en met name de ROB-AGRO-projecten (zie <http://www.robklimaat.nl> voor overzicht van ROB-AGRO-projecten) en projecten uit DWK-programma Klimaat van LNV (programma 344). Het werk is onderdeel van ROB-AGRO-project 5.1 'Decision Support voor beleid en praktijk ter vermindering van de emissie van broeikasgassen uit de landbouw'. Een groot deel van deze projecten moet nog worden gerapporteerd, maar om de voortgang van het onderzoek rond beperking van lachgas- en methaanemissie uit de landbouw te waarborgen is het van belang om begin 2002 de belangrijkste kennishiaten in beeld te hebben. Er zijn rond acht thema's belangrijke kennishiaten gesignaleerd:

- 1 Aanpak van emissiebeperking in omliggende landen
- 2 Variaties in de praktijk in emissies en ontwerp en analyse van strategieën voor implementatie van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk
- 3 Kwantificering en vermindering van indirecte lachgasemissies uit de landbouw
- 4 Emissie van methaan uit mestopslagen
- 5 Emissies van lachgas na toediening van dierlijke mest aan maïs- en bouwland
- 6 Effecten van grondsoort en waterbeheer op emissies van lachgas en methaan
- 7 Analyse van onzekerheden in emissiebeperkende maatregelen en monitoring en toetsing van de effectiviteit van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk
- 8 Interacties tussen veevoeding, beweiding en grondsoort op emissies van methaan uit herkauwers en mestopslagen en lachgas uit de bodem.

Trefwoorden: broeikasgas, lachgas, methaan, ROB

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 35,00 (€ 15,-) over te maken onder vermelding van Alterra-Alterra-rapport 380 op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 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](mailto: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**

Inleiding	1
1 Aanpak emissiebeperking in andere landen	3
2 Variaties in de praktijk in emissies en ontwerp en analyse van strategieën voor implementatie van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk	5
3 Kwantificering en vermindering van indirecte lachgasemissie uit de landbouw	7
4 Emissie van methaan uit mestopslagen	9
5 Emissies van lachgas na toediening van dierlijke mest aan maïs- en bouwland	11
6 Effecten van grondsoort en waterbeheer op emissies van lachgas en methaan	13
7 Analyse van onzekerheden in emissiebeperkende maatregelen en monitoring en toetsing van de effectiviteit van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk	15
8 Interacties tussen veevoeding, beweiding en grondsoort op emissies van methaan uit herkauwers en mestopslagen en lachgas uit de bodem	17



## Inleiding

Nederland gaat de uitstoot van broeikasgassen de komende jaren verminderen volgens een afspraak die voortvloeit uit de ondertekening van het Klimaatverdrag en het Kyoto Protocol. Het Kyoto Protocol bepaalt dat de meest ontwikkelde landen hun emissies van zes broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en de fluorverbindingen HFK, PFK en SF<sub>6</sub>) in de periode 2008-2012 met gemiddeld ruim 6% moeten reduceren ten opzichte van het referentiejaar 1990 (Uitvoeringsnota Klimaatbeleid<sup>1</sup>). In het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen (ROB) wordt in opdracht van de ministeries VROM en LNV verkend hoe de emissies van CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O kunnen worden verminderd. Een deel van het ROB is gericht op emissiebeperkende maatregelen binnen de landbouw: ROB-AGRO.

Het ROB-AGRO-project 5.1 *“Decision Support voor beleid en praktijk ter vermindering van de emissie van broeikasgassen uit de landbouw;”*<sup>2</sup> heeft tot doel:

- a) Het opstellen van een overzicht van de grootte van alle emissiebronnen in de landbouw;
- b) Het opstellen van een overzicht van emissiebeperkende maatregelen per bron;
- c) Berekening van de totale emissiebeperking op basis van diverse beleidsopties tot 2012, gebruikmakend van een optimaliseringsmodel;
- d) Het organiseren van twee workshops in 2001, de eerste voor alleen de participanten van de ROB-Agro-projecten, de tweede ook voor andere participanten;
- e) Het participeren in de begeleidingscommissie van ROB-AGRO;
- f) Het vaststellen van leemten in de kennis en het opstellen van advies over mogelijk vervolgonderzoek.

In dit rapport wordt ingegaan op onderdeel f): het vaststellen van kennishiaten. Deze kennishiaten zijn geïdentificeerd op basis van kennis en ervaringen opgedaan in literatuuronderzoek en recente projecten en met name de ROB-AGRO-projecten (zie <http://www.robklimaat.nl> voor overzicht van ROB-AGRO-projecten) en projecten uit het DWK-programma Klimaat van LNV (programma 344). Een groot deel van deze projecten loopt nog en moet nog worden gerapporteerd, maar om de voortgang van het onderzoek rond beperking van lachgas- en methaanemissie uit de landbouw te waarborgen is het van belang om begin 2002 de belangrijkste kennishiaten in beeld te hebben.

---

<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 1<sup>ste</sup> budgetperiode 2008-2012 van het Kyoto Protocol en de daaruit voortvloeiende afspraken binnen de Europese Unie te realiseren.

<sup>2</sup> Het project is gestart op 1 januari 2001 en dient uiterlijk 1 juni 2002 te zijn uitgevoerd. De onderdelen a t/m c worden in 2002 separaat gerapporteerd; het in c) genoemde optimaliseringsmodel is concept gereed. Eén van de bij onderdeel d) genoemde workshops is op 26 juni 2001 gehouden; de tweede wordt volgens planning in februari 2002 gehouden. Alterra participeert in de begeleidingscommissie van ROB-AGRO (onderdeel e).

Er zijn voor de volgende acht thema's belangrijke kennislücken gesignaleerd:

- 1 Aanpak van emissiebeperking in omliggende landen
- 2 Variaties in de praktijk in emissies en ontwerp en analyse van strategieën voor implementatie van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk
- 3 Kwantificering en vermindering van indirecte lachgasemissies uit de landbouw
- 4 Emissie van methaan uit mestopslagen
- 5 Emissies van lachgas na toediening van dierlijke mest aan maïs- en bouwland
- 6 Effecten van grondsoort en waterbeheer op emissies van lachgas en methaan
- 7 Analyse van onzekerheden in emissiebeperkende maatregelen en monitoring en toetsing van de effectiviteit van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk
- 8 Interacties tussen veevoeding, beweiding en grondsoort op emissies van methaan uit herkauwers en mestopslagen en lachgas uit de bodem

De gesignaleerde leemten in de kennis in deze acht thema's worden in respectievelijk de hoofdstukken 1 tot en met 8 beschreven. In elk hoofdstuk wordt een argumentatie gegeven van het belang van deze kennisleemte en wordt een advies gegeven hoe de kennisleemte kan worden weggewerkt.

# 1 Aanpak emissiebeperking in andere landen

## Argumentatie

Niet alleen in Nederland maar ook in andere landen zijn onderzoeksprogramma's gestart om maatregelen, technieken en methoden te identificeren en te toetsen die leiden tot een effectieve en efficiënte vermindering van de emissies van broeikasgassen uit de landbouw (bijvoorbeeld in Engeland, zie DEFRA, 2001). Daarbij wordt ook nagedacht over beleidsinstrumenten om beperking van de emissie van broeikasgassen in de praktijk daadwerkelijk te realiseren. Kennis van de (tussentijdse)resultaten van die onderzoeksprogramma's en van de overwegingen die een rol spelen bij het al dan niet implementeren van (beleids)maatregelen, methoden en technieken in de praktijk kunnen heel nuttig zijn voor zowel de onderzoeksprogrammering als beleidsontwikkeling in Nederland.

## Advies

Initieer een project met als doel het analyseren van de aanpak van het onderzoek en het beleid naar beperking van de emissie van broeikasgassen uit de landbouw in verschillende landen. Inventariseer relevante kennis en kwantitatieve gegevens, identificeer kansrijke maatregelen, geef per maatregel de perspectieven en bedreigingen weer en gebruik kwantitatieve onderzoeksgegevens uit dit onderzoek ter ondersteuning van het Nederlandse beleid. Geef hierbij ook de toepasbaarheid in de praktijk weer. Belangrijke landen die in de analyse betrokken zouden moeten worden zijn: selectie van landen uit de EU, Verenigde Staten, Canada, Nieuw Zeeland en Australië. Bij dit onderzoek kan gebruik worden gemaakt van gegevens die landen aan het secretariaat van UNFCCC verstrekken bij de tussenrapportages in 2002 en 2005 over de voortgang van de afspraken rond vermindering en emissies conform het Kyoto Protocol. Uitvoering kan op basis van literatuuronderzoek, internet, e-mail en telefoon en werkbezoeken. Het resultaat is een rapport over kansrijke maatregelen en onderbouwing en aansluitingsmogelijkheden bij resultaten van buitenlandse onderzoeken.

## Referenties

DEFRA, 2001. Greenhouse Gas Emissions and Control Programme. Department for Environment, Food & Rural Affairs. See for information: <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/hfc9901/>





## **2 Variaties in de praktijk in emissies en ontwerp en analyse van strategieën voor implementatie van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk**

### **Argumentatie**

Een deel van de totale beoogde beperking van de emissie van broeikasgassen in het kader van het Kyoto Protocol zal mogelijk door de landbouw (dienen te) worden gerealiseerd. Of dat werkelijk wordt gerealiseerd hangt af van het huidige, voorgenomen en toekomstig beleid en van de implementatie en effectiviteit daarvan in de praktijk. De effectiviteit van het beleid wordt in sterke mate bepaald door de notie en perceptie van dat beleid in de praktijk en door de neveneffecten (kosten, arbeid, inpasbaarheid in de bedrijfsvoering) (Anon., 1999). De ervaring met eerder beleid, dat gericht is op implementatie op bedrijfsniveau, leert dat de effectiviteit en efficiëntie van beleidsmaatregelen niet altijd even voorspelbaar zijn.

Analyse van de milieuprestaties van individuele bedrijven leert ook dat de variaties tussen bedrijven voor minder dan 50% kan worden gerelateerd aan bedrijfsspecifieke milieucondities en dat meer dan 50% wordt gerelateerd aan management (Reijneveld *et al.*, 2000). Management is evenwel een lastig begrip, dat door velen heel verschillend wordt geïnterpreteerd. Het gaat om het geheel van activiteiten dat gericht is op het realiseren van de doelen van het bedrijf. Op het juiste moment op de juiste wijze en met de juiste methoden en met de juiste intensiteit de activiteiten uitvoeren (Oenema and Van den Pol - van Dasselaar, 1999). Daar gaat het om. En de ene ondernemer (boer) slaagt er beter in om te bepalen wat juist is dan de andere ondernemer (boer). En wat 'juist' is, kan niet uit kookboek-achtige boeken en geschriften worden gehaald.

In beleid en onderzoek is nog heel weinig bekend over verschillen tussen bedrijven in de uitstoot van broeikasgassen. Er is nog minder bekend over de achterliggende redenen en oorzaken van deze verschillen. Is inderdaad meer dan 50 procent van de variatie tussen bedrijven gerelateerd aan management? En welke managementfactoren zijn dat dan? En wat betekent dat dan voor beleid dat gericht is op emissiebeperking? Om de landbouwpraktijk succesvol te kunnen betrekken is het zinvol te beginnen met voorlichting over de verschillende bronnen van methaan en lachgas op landbouwbedrijven en de factoren die deze emissies bepalen.

### **Advies**

Initieer een project waarin de variatie in de emissie van broeikasgassen tussen bedrijven in Nederland wordt gekwantificeerd en geanalyseerd. Relateer de verschillen tussen bedrijven aan milieucondities op die bedrijven en aan managementfactoren. Door middel van voorlichting en gebruikmakend van gegevens van ROB-AGRO (bijvoorbeeld publicaties in praktijkgerichte tijdschriften) kan de

kennis over broeikasgasemissies uit de landbouw naar de landbouwpraktijk worden overgedragen.

Bepaal herkenning, begrip en perceptie van ondernemers (boeren) in de praktijk met betrekking tot de emissie van broeikasgassen. Analyseer in studieclubs van boeren, dus samen met boeren, waar de mogelijke verschillen door worden veroorzaakt. Ga na wat dat betekent voor beleid dat gericht is op emissiebeperking. Ga na wat dat betekent voor de mogelijk inzet van (combinaties van) de mogelijke beleidsinstrumenten:

- doelen voor emissiebeperking per bedrijf of bedrijfsonderdeel
- onderwijs en training in de praktijk
- voorlichting, richtlijnen, managementinstrumenten, advisering, indicatoren
- financiële prikkels
- verplichte maatregelen (*command and control measures*)

Ga na wat dat betekent voor monitoring en kwaliteitscontrole (*quality assurance and quality control*). Een belangrijk onderdeel hiervan is het afleiden van indicatoren die een goede voorspelling geven van de emissiegrootte en emissiebeperking en die voor de praktijk richtinggevend zijn.

### **Referenties**

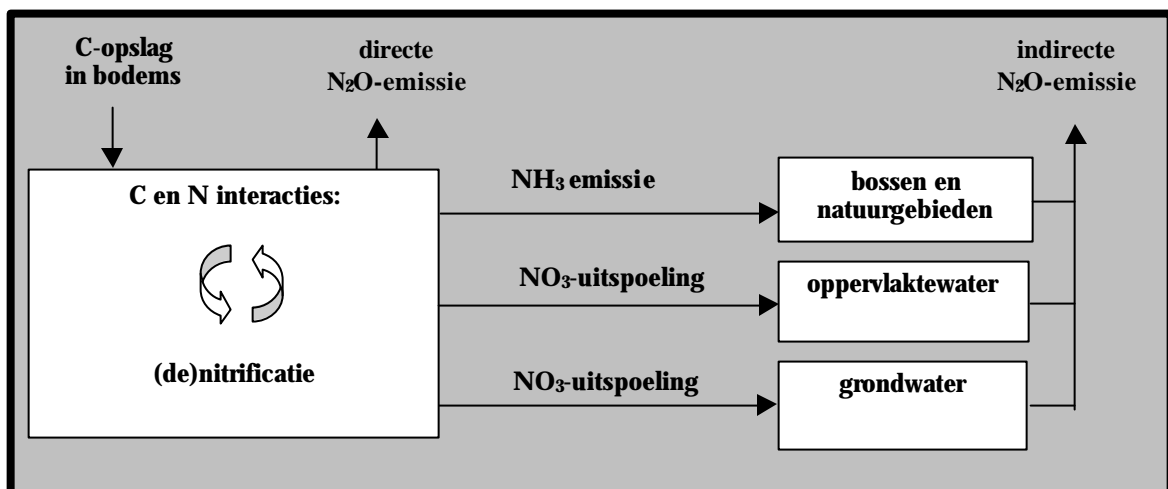
- Anonymous, 1999. Aanvullend stikstofbeleid; bedrijfseconomische consequenties op basis van cases. Landbouw-Economisch Instituut, LEI-rapport 5.99.07 Den Haag.
- Oenema and Van den Pol - van Dasselaar (1999) Managing nutrient budgets of grassland farming systems: Options and opportunities. In: A.J. Corral (ed.) Accounting for Nutrients; A Challenge for Grassland Farmers in the 21th Century. BGS Occasional Symposium No 33. Oxfordshire, UK page 107-116.
- Reijneveld, J.A., B. Habekotte; H.F.M. Aarts & J. Oenema (2000) 'Typical Dutch': zicht op verscheidenheid binnen de Nederlandse melkveehouderij Rapport Plant Research International. 8, 87 pp.

### 3 Kwantificering en vermindering van indirecte lachgasemissie uit de landbouw

#### Argumentatie

'Indirecte lachgasemissies' zijn emissies uit natuurgebieden en oppervlaktewater die het gevolg zijn van omzettingen van stikstofverbindingen die afkomstig zijn van  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_3$  en opgelost organisch N uit de landbouw (figuur 1). De indirecte emissies van lachgas uit de landbouw zijn naar schatting volgens IPCC (Mosier *et al.*, 1998) en andere literatuur (Kroeze en Seitzinger, 1998) een grote bron (tot eenderde deel van de totale lachgasemissie), maar de onderbouwing van die schatting is heel mager. Dat is een gevolg van de matige conceptuele onderbouwing van de schattingsmethoden voor indirecte emissies en het nagenoeg ontbreken van metingen. Het betekent ook dat emissiebeperkende maatregelen een mager fundament hebben.

Ter illustratie het volgende. De bijdrage van het regulerende instrument MINAS voor nutriëntenoverschotten in de landbouw levert een forse bijdrage aan de vermindering van de lachgasemissie uit de landbouw. Circa eenderde deel van de vermindering wordt toegeschreven aan vermindering van de indirecte emissies van lachgas (Velthof & Oenema, 1997). Experimentele metingen om die schatting te staven, ontbreken echter. In andere landen worstelt men met hetzelfde probleem, al is daar de omvang van indirecte emissies minder groot dan in Nederland, aangezien emissies van ammoniak naar de atmosfeer en van stikstof naar grond- en oppervlaktewater minder groot zijn per eenheid oppervlak.



Figuur 1. Schematische weergave van relaties tussen koolstof (C) en stikstofinteracties in landbouwgronden en directe emissies uit landbouwgronden en indirecte  $\text{N}_2\text{O}$ -emissies uit bossen, natuurgebieden, oppervlaktewater en grondwater (Naar: Oenema *et al.*, 2000; EU-voorstel MITERRA)

## **Advies**

Initieer een project waarin de indirecte lachgasemissies worden gekwantificeerd, en waarin relaties worden opgesteld tussen de grootte van de stikstofverliezen uit de landbouw en de grootte van de indirecte lachgasemissie. Met behulp van die relaties kan vervolgens de effectiviteit van maatregelen in de landbouw op een vermindering van de indirecte lachgasemissie worden gekwantificeerd.

Omdat dit een complex onderzoek is, wordt geadviseerd om een consortium van onderzoeksinstituten te vragen dit onderzoek uit te voeren, via een combinatie van theoretisch, modelmatig en experimenteel onderzoek en monitoring. Hierbij kan wellicht worden aangesloten bij onderzoek in lopende LNV-programma's. In verband met verwante problematiek in het buitenland en ook vanwege het feit dat de procedure om te komen tot schatting van de indirecte lachgasemissies internationaal moet worden geaccepteerd, ligt het voor de hand om een internationaal consortium op te richten (dat wil zeggen proberen synergie te realiseren door aan te sluiten bij groepen in het buitenland die vergelijkbaar onderzoek doen als dan niet binnen EU programma's).

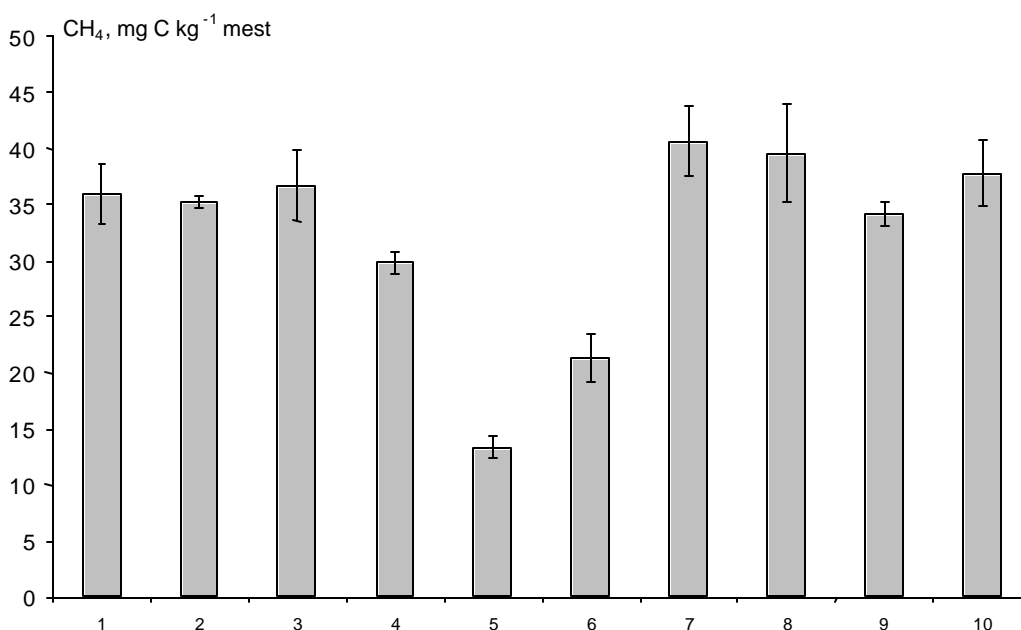
## **Referenties**

- Kroeze C. & S.P.Seitzinger (1998) Nitrogen inputs to rivers, estuaries and continental shelves and related nitrous oxide emissions in 1990 and 2050: a global model. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 52, 195-212.
- Mosier, A., C. Kroeze, C. Nevison, O. Oenema, S. Seitzinger, O. van Cleemput (1998) Closing the global N<sub>2</sub>O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle: OECD/IPCC/IEA phase II development of IPCC guidelines for national greenhouse gas inventory methodology. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 52: 225-248.
- Oenema et.al. (2000) Mitigation of nitrous oxide and carbon dioxide emissions from agricultural soils - evaluation of strategies (MITERRA). EU-proposal
- Velthof, G.L.& O. Oenema (1997) Nitrous oxide emission from dairy farming systems in the Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45: 347-360.

## 4 Emissie van methaan uit mestopslagen

### Argumentatie

De emissie van methaan uit mestopslagen wordt geschat op 20% van de totale methaanemissie uit de landbouw. Deze schatting is erg onzeker, omdat er weinig experimentele gegevens beschikbaar zijn over emissies uit mestopslagen. Bovendien is er weinig bekend over de condities van de verschillende mestopslagsystemen in de praktijk. De samenstelling van de mest kan ook sterk van bedrijf tot bedrijf variëren, onder andere door verschillen in veevoedingsrantsoen, en de samenstelling van de mest heeft een grote invloed op de methaanemissie uit mest (Figuur 2). Ammoniakemissiebeperkende maatregelen en mestbewerking en -bewaring in het kader van het mest- (MINAS, mestafzetcontracten) en ammoniakbeleid vergroten de complexiteit en zorgen dat de schatting van de emissie van methaan uit mestopslagen onzekerder wordt. Dit betekent ook dat emissiebeperkende maatregelen niet goed kunnen worden onderbouwd.



Figuur 2. Totale methaanemissie tijdens anaërobie opslag van 10 varkensmesten, geproduceerd bij 10 verschillende rantsoenen. Voorlopige resultaten ROB-AGRO en programma 344.

Weliswaar zijn er in het recente verleden diverse studies (ook in het buitenland) uitgevoerd naar de emissie van methaan onder gecontroleerde omstandigheden (in het laboratorium), maar daarbij is vaak onvoldoende de relatie met veevoeding en mestsamenstelling bepaald (zie Sharpe & Harper, 1999; Husted, 1994; Zeeman, 1991). Ondertussen zijn in de praktijk de mestopslag en mestbewerking veranderd onder invloed van MINAS en het ammoniakbeleid (en zullen nabije toekomst nog verder veranderen), waardoor het lastig is om de laboratoriumresultaten te vertalen naar situaties in de praktijk.

### **Advies**

Initieer een project waarin de relaties tussen mestkwaliteit, mestopslagsysteem en methaanvergisting theoretische en experimenteel worden bepaald voor mest van diverse diercategorieën (koeien, varkens), door een multidisciplinair team van veevoedingsdeskundigen, mestdeskundigen, mestopslagdeskundigen en broeikasgasdeskundigen. De opgestelde relaties moeten vervolgens worden getest in de praktijk op een aantal bedrijven. Hierbij kan wellicht worden aangesloten bij onderzoek van lopende DWK-programma's van LNV.

Initieer ook een project waarin de condities van de mestopslag in de praktijk worden geïnventariseerd en de relaties tussen veevoeding, mestkwaliteit en methaanemissie uit de mestopslag experimenteel worden geverifieerd. In het kader van de inventarisaties ten behoeve van het opstellen van onder andere Milieubalansen zijn er schattingen gemaakt door RIVM en CBS naar voorkomen van verschillende typen mestopslagen in de landbouw. Deze schattingen zijn ruw en kunnen aanzienlijk worden verbeterd. Ook hier is wellicht synergie te realiseren door aan te sluiten bij activiteiten van RIVM en CBS. Een beter inzicht in aandeel van verschillende mestopslagen in de landbouw samen met verbetering van emissiefactoren leidt tot een betere schatting van emissies van methaan en van mogelijkheden om deze emissie (kosten)effectief te verminderen.

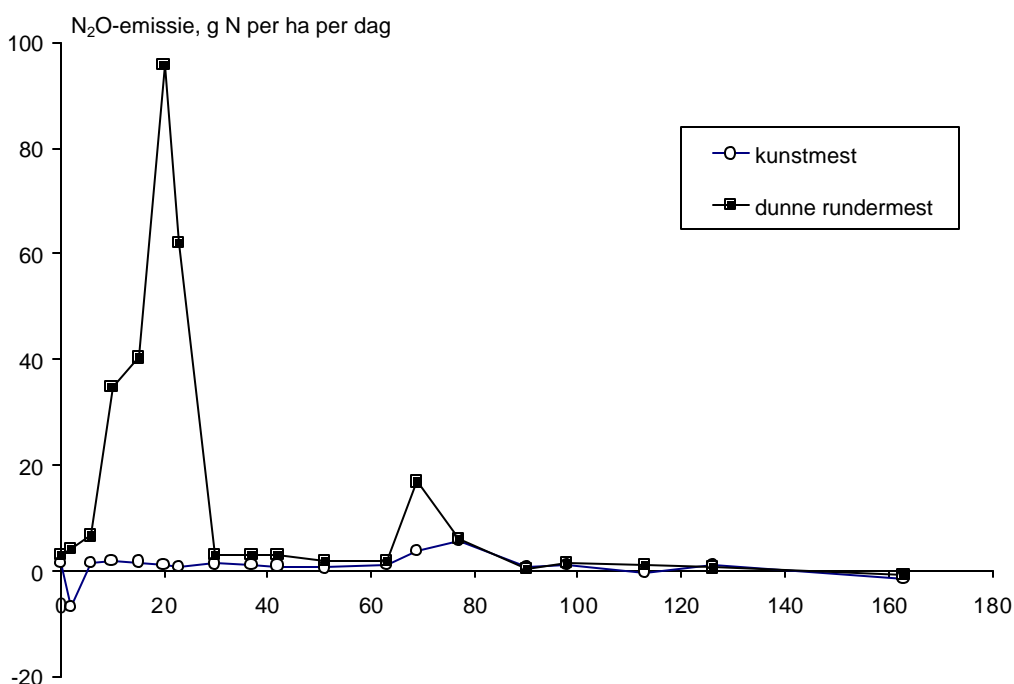
### **Referenties**

- Husted, S. (1994) Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. *Journal of Environmental Quality* 23: 585-592.
- Sharpe, R.R. & L.A. Harper (1999) Methane emissions from an anaerobic swine lagoon. *Atmospheric Environment* 33: 3627-3633.
- Zeeman, G. (1991) Mesophilic and psychrophilic digestion of liquid manure. Proefschrift Wageningen Universiteit, 116 p.

## 5 Emissies van lachgas na toediening van dierlijke mest aan maïs- en bouwland

### Argumentatie

Uit recent verkregen resultaten blijkt dat de emissie van lachgas uit maïsland (figuur 3) en bouwland (voorlopige resultaten ROB-AGRO) na toediening van dierlijke mest in na- of voorjaar fors groter is dan eerder gedacht. Tegelijkertijd neemt het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw toe onder andere door de prijs (toeslag) die akkerbouwers ontvangen bij het afnemen van dierlijke mest in het kader van mestafzetcontracten (Van Staalduinen *et al.*, 2001).



Figuur 3. Verloop van de  $N_2O$ -emissie in periode juni - oktober 2001 uit maïsland op zandgrond (Droevendaal in Wageningen) na toediening van kunstmest (kalkammonsalpeter) en dunne rundermest bij stikstofbemesting volgens advies (voorlopige resultaten ROB-AGRO).

Tot nu toe zijn ten opzicht van grasland relatief weinig emissiemetingen in maïsland en bouwland uitgevoerd in Nederland. Dat heeft te maken met het feit dat het areaal grasland groter is dan het areaal maïsland en bouwland, op akkerbouwgrond veel minder meststoffen worden toegediend dan op grasland (dit geldt in mindere mate voor maïsland) en omdat in het verleden weinig dierlijke mest werd toegediend in de akkerbouw. Ook speelde een rol dat in het buitenland relatief veel aandacht werd geschonken aan emissie uit de akkerbouw en vrijwel geen aandacht werd geschonken aan emissies uit hoog bemeste graslandgronden.

Langzamerhand ontstaat echter het besef dat het simpele beeld van relatief weinig emissie uit maïsland en bouwland en het eenvoudig gebruiken van buitenlandse meetgegevens voor het schatten van de emissie uit de akkerbouw, niet opgaat. Immers, de Nederlandse akkerbouw is intensiever dan die in het buitenland en er wordt nu onder invloed van het stelsel van mestafzetcontracten veel meer gebruik gemaakt van dierlijke mest dan in het verleden of in het buitenland vaak het geval was. Indien de emissies uit maïsland en de akkerbouw fors hoger zijn dan eerder geschat, dan betekent dit dat er ook met een grotere inspanning een omvangrijkere vermindering van emissies kan worden bereikt, vooral met betrekking tot de toediening van dierlijke mest.

### **Advies**

Initieer een project waarin de effecten van diverse mogelijke emissiebeperkende maatregelen in een akkerbouw met gebruik van dierlijke mest worden gekwantificeerd. Kwantificeer de effecten van tijdstip van mesttoediening (voorjaar versus najaar), toedieningsmethode (breedwerpig met onderwerken, injecteren, rijenbemesting), grondsoort (kleigrond, zandgrond), en mestsoort (dunne rundermest, varkensmest, bewerkte mest). Ook dit project kan mogelijk in samenwerking met lopende projecten in LNV-programma's worden uitgevoerd, om synergie te bewerkstelligen.

### **Referentie**

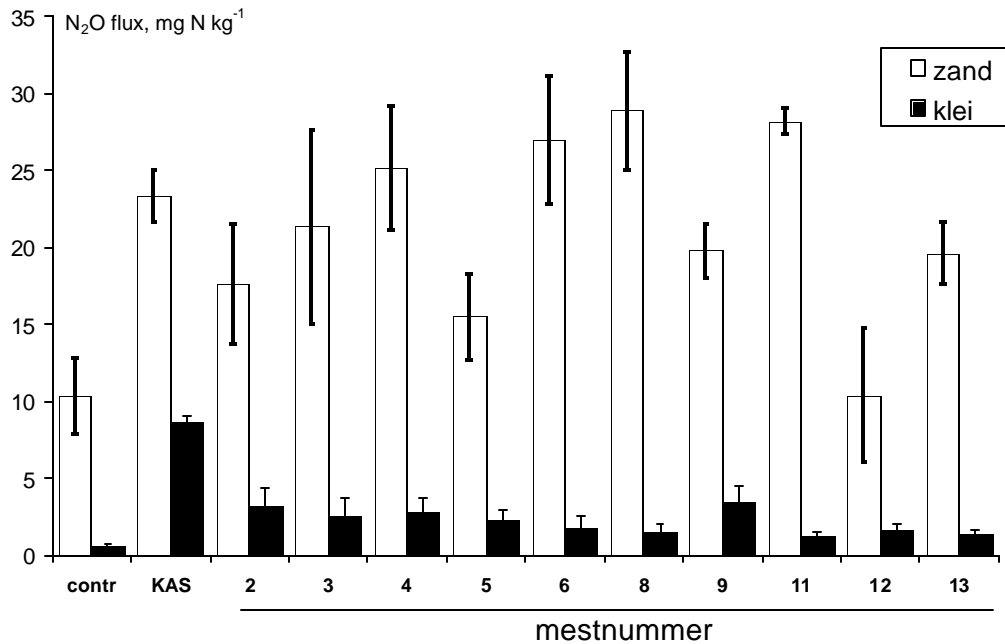
Staalduinen, van L.C., H. van Zeijts, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, T.C. van Leeuwen, H. Prins & J.G. Groenwold (2001) Het landelijk mestoverschot 2003. Methodiek en berekening. Reeks Milieuplanbureau 15, Wageningen UR, 144 p.



## 6 Effecten van grondsoort en waterbeheer op emissies van lachgas en methaan

### Argumentatie

In de IPCC-systematiek voor de berekening van de emissies van methaan en lachgas uit de landbouw, wordt aangenomen dat de grondsoort een ondergeschikte rol speelt, al worden veengronden wel als aparte categorie (hot spot) onderscheiden. Er komen echter steeds meer aanwijzingen dat grondsoort en waterbeheer (grondwaterregime) grote effecten hebben en als zodanig in beschouwing moeten worden genomen bij inventarisatie van emissies en bij het identificeren van emissiebeperkende maatregelen. Recente resultaten in ROB-projecten geven aan dat de effecten van grondsoort groter zijn dan de effecten van bemesting (Figuur 4, zie ook Velthof *et al.*, 2001).



Figuur 4. Lachgasemissie uit een kleigrond (klei uit Betuwe) en zandgrond (Enggrond uit Wageningen) na toediening van kalkammonsalpeter en verschillende varkensmesten. Voorlopige resultaten laboratorium experiment in ROB-AGRO.

In aanvulling hierop het volgende. In het mestbeleid wordt onderscheid gemaakt tussen droge zandgronden en overige gronden, waarbij de textuur en de grondwatertrap als diagnostische variabelen worden genomen. Het onderscheid tussen deze categorieën van grondsoorten berust op de waarneming dat in droge zandgronden relatief veel meer nitraat naar het grondwater uitspoelt dan in de overige gronden (Fraters *et al.*, 2000). In de overige gronden gaat stikstof vooral door

denitrificatie verloren. Juist bij denitrificatie ontstaat lachgas en de verwachting is dan ook dat bij deze gronden meer lachgas ontwijkt dan bij de droge zandgronden, bij vergelijkbare bemesting. Experimentele gegevens om dit te verifiëren, ontbreken helaas. Juist omdat er op de overige gronden meer stikstof denitrificeert en daardoor minder nitraat uitspoelt naar het grondwater, zijn de stikstofverliesnormen volgens MINAS op deze overige gronden hoger dan op de droge zandgronden. Bij nader onderzoek moet wellicht worden geconcludeerd dat er ook een verschil in emissie van lachgas is tussen deze categorieën van grondsoorten en waterbeheer.

### **Advies**

Initieer een project waarin de relaties grondsoort (vooral textuur en organische stof) en waterbeheer (grondwatertrap) op de emissies van lachgas en methaan worden gekwantificeerd. Op basis van deze relaties kan de emissie-inventarisatie worden verbeterd en nauwkeuriger plaatsvinden. Indien significante verschillen worden vastgesteld tussen grondsoort – waterbeheer combinaties, kunnen die bemestings- en waterbeheerstrategieën worden geïdentificeerd die leiden tot lage emissies en moeten emissiefactoren in afhankelijk van grondsoort – waterbeheer combinaties worden afgeleid.

### **Referenties**

- Fraters, B., M.M. van Eerd, D.W. de Hoop, P. Latour, C.S.M. Olsthoorn, O.C. Swertz, F. Verstraten & W.J. Willems (2000) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland. RIVM rapport 718201003, 128 p.
- Velthof, G.L., P.J. Kuikman & O. Oenema (2001) Nitrous oxide emission from soils amended with crop residues. Nutrient Cycling in Agroecosystems (accepted).

## 7 Analyse van onzekerheden in emissiebeperkende maatregelen en monitoring en toetsing van de effectiviteit van emissiebeperkende maatregelen in de praktijk

### Argumentatie

De totale emissie van broeikasgassen uit de landbouw komt tot stand door een groot aantal verschillende bronnen veelal met een diffuus karakter. De som van de individuele bronnen bepaald de grootte van de totale emissie. Bij bepaling van de totale emissie op basis van de somming van de emissies van alle individuele bronnen is de onzekerheid in de bepaling (schatting) van de totale emissie ook gerelateerd aan de onzekerheid in de individuele bronnen. De onzekerheid in de emissiegrootte van de individuele bronnen werkt dus door in de onzekerheid van de totale emissie uit de Nederlandse landbouw (tabel 1). Dat geldt in versterkte mate ook voor de effecten van emissiebeperkende maatregelen. Ook hier werkt de onzekerheid in de effectiviteit van de maatregelen per individuele bron door in de totale emissiereductie. En omdat het hier gaat om verschillen (d.w.z. de emissie zonder de maatregelen en de emissie met emissiebeperkende maatregelen) is de onzekerheid relatief groot. De onzekerheid in de totale emissiegrootte en in de totale emissiebeperking kan via onzekerheidsanalyses worden bepaald. Daarvoor bestaan diverse technieken (onder andere Monte Carlo-simulaties), die tot nu toe slechts in beperkte mate (Van Ardenne *et al.*, 1998; Velthof & Oenema, 1997; Velthof & Kuikman, 2000) zijn toegepast.

Tabel 1. Geschatte N<sub>2</sub>O-emissies (Gg N<sub>2</sub>O jaar<sup>-1</sup>) en variatiecoëfficiënt (%) uit de landbouw in Nederland. De grootte van de spreiding is geschat met behulp van Monte Carlo-simulaties (Velthof niet-gepubliceerde resultaten).

Lachgasbron	Grondsoort	N <sub>2</sub> O emissie (Gg N <sub>2</sub> O jaar <sup>-1</sup> )	Variatiecoëfficiënt, %
Bodem-achtergrond	veengronden: grasland	2,3	98
	minerale gronden: grasland	1,2	100
	minerale gronden: bouwland	1,3	98
Biologische N-binding		0,2	153
Kunstmest	veengronden	1,8	97
	minerale gronden	5,5	103
Dierlijke mest	veengronden	0,7	122
	minerale gronden	2,2	120
Stallen en mestopslagen		0,3	126
Beweiding	veengronden	1,8	130
	minerale gronden	4,7	115
Gewasresten		0,9	116
Indirect ammoniak		1,4	162
Indirect nitraatuitspoeling		4,2	166
Totaal		28,5	42

De beste manier om de schatting van de totale emissie te verifiëren is via onafhankelijke metingen op een hoog aggregatieniveau. Er bestaan nu technieken (micro-meteorologische methoden) waarmee de emissie in een (deel van een) regio en bedrijf kan worden bepaald (Fowler *et al.*, 2001). Deze technieken integreren (sommeren) de emissie van meerdere bronnen. Combinatie van deze technieken met berekeningen van emissies op basis van een analyse van alle individuele bronnen op dat bedrijf of in die regio, aangevuld met gerichte metingen van enkele bronnen, kan een goede basis verschaffen voor de toetsing en verificatie van de emissieschattingen.

Continue metingen van de totale emissies van bepaalde bedrijven kan een goede indicatie opleveren van de veranderingen in de emissie ten gevolge van de implementatie van diverse (beleids)maatregelen. Continue metingen geven ook de mogelijkheid tot het beter begrijpen van de oorzaken van de variaties in de tijd indien tegelijkertijd goed wordt geregistreerd wat voor activiteiten op het bedrijf worden ontplooid. Continue metingen kunnen de waarde van indicatoren toetsen (zie ook thema 2 in dit rapport) en zo inzicht geven aan ondernemers in effectiviteit van handelen.

### **Advies**

Initieer een project waarin integrale en continue metingen worden verricht van de emissie van broeikasgassen van bedrijven (of regio). De metingen dienen gecombineerd te worden met een goede registratie van alle activiteiten die op die bedrijven plaatsvinden. Het ligt derhalve voor de hand om de metingen uit te voeren op goed begeleide bedrijven, zoals proefbedrijven van het Praktijkonderzoek voor de Veehouderij, het proefbedrijf De Marke en bedrijven die participeren in het project Koeien en Kansen waar alle activiteiten al worden geregistreerd. De metingen dienen te worden gecombineerd met *a priori* analyses van de onzekerheden in de emissieschattingen en in emissiebeperkende maatregelen. Indien de onzekerheidsanalyses van emissiebeperkende maatregelen voor een groot aantal bedrijven worden uitgevoerd is het mogelijk om de variatie in de praktijk beter te leren begrijpen (zie thema 2 in dit rapport) en om de resultaten van de integrale metingen te kunnen extrapoleren naar regionale en nationale schaal.

### **Referenties**

- Aardenne, Van, C. Kroeze & L. Hordijk (1998) Analysis of the Uncertainties in the IPCC default method for estimating N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils. In: SAMO second International Symposium on Sensitivity Analysis of Model Output. Eds. K. Chan, S. Tarantola & F. Campolongo, EC Joint Research Centre, Ispa, Italy, pp. 305-308.
- Fowler, D., M. Coyle, C. Flechard, K. Hargreaves, E. Nemitz, R. Storeton-West, M. Sutton & J.W. Erisman (2001) Advances in micrometeorological methods for the measurement and interpretation of gas and particle nitrogen fluxes. *Plant and Soil* 228, 117-129.
- Velthof, G.L. & O. Oenema (1997) Nitrous oxide emission from dairy farming systems in the Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45: 347-360.
- Velthof, G.L. & P.J. Kuikman (2000) Beperking van lachgasemissie uit gewasresten. Een systeemanalyse. Alterra-rapport 114.3, Wageningen, 80 p.

## **8 Interacties tussen veevoeding, beweiding en grondsoort op emissies van methaan uit herkauwers en mestopslagen en lachgas uit de bodem**

### **Argumentatie**

De melkveehouderij is de belangrijkste agrarische sector in Nederland wat betreft areaal en financiële draagkracht en ook wat betreft de emissies van methaan en lachgas. Vanuit efficiëntieoverwegingen is het derhalve te overwegen om extra aandacht te vestigen op die melkveehouderijsector.

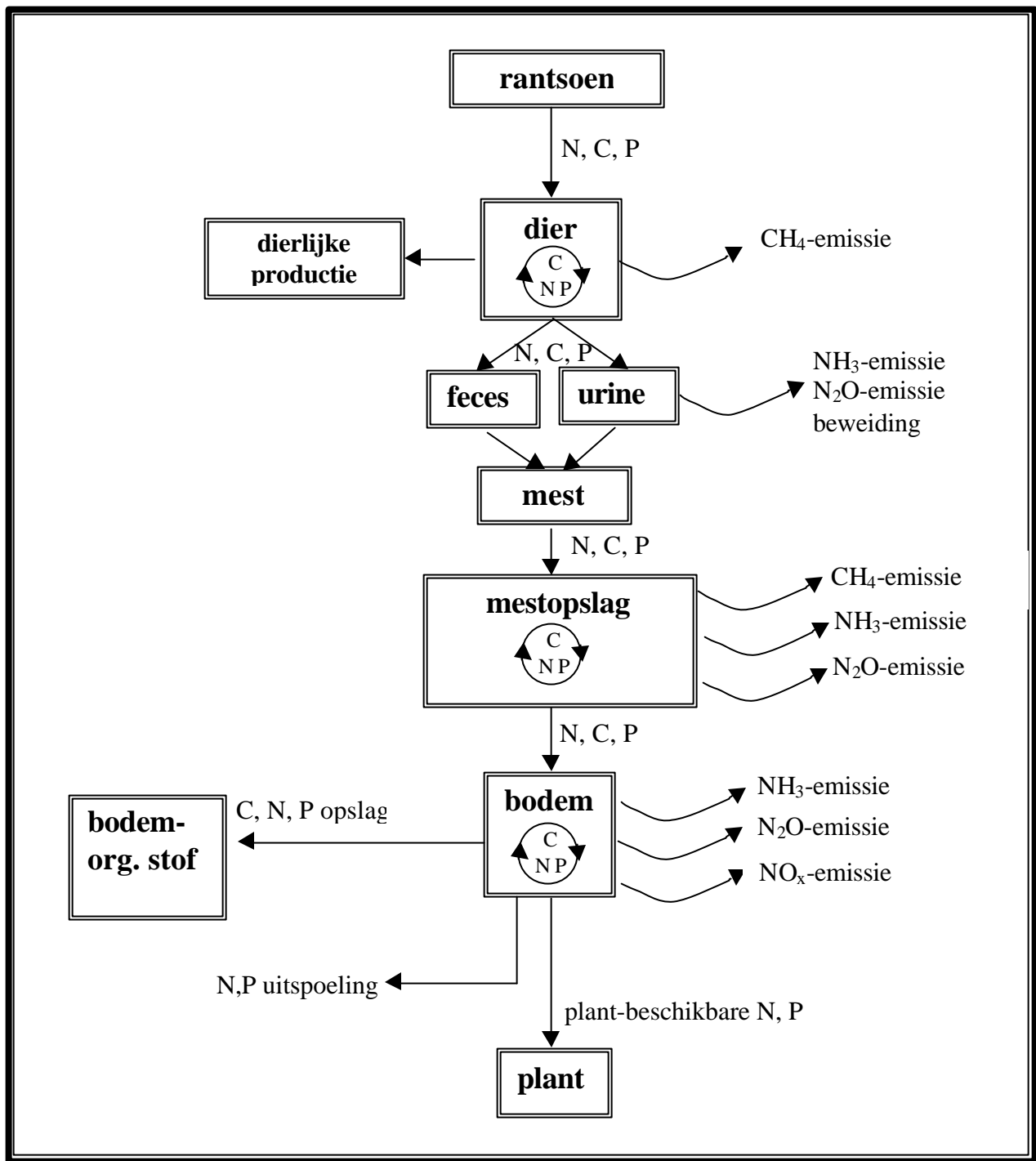
De emissies van methaan en lachgas uit de melkveehouderij zijn in belangrijke mate gerelateerd aan veevoeding en beweiding en sterk met elkaar en met ander emissies verbonden (figuur 5). Voor emissies van methaan als lachgas lopen nu weliswaar projecten in het kader van ROB-AGRO maar deze zijn tamelijk onafhankelijk en verschillend van karakter. De veevoeding bepaalt de emissie van methaan uit het rund en de kwaliteit van de mest. De kwaliteit van de mest bepaalt de potentiële methaanemissie uit mestopslagen en de lachgasemissie na toediening van de mest aan het land. Beweiding beïnvloedt het rantsoen, bepaalt hoe en waar de mest terecht komt en leidt tot indirecte effecten (zoals vertrapping van de zode, beweidingsverliezen) die vervolgens weer een bijdrage leveren aan de emissie van lachgas. Op grond van het voorgaande is het toepassen van een ketenbenadering te rechtvaardigen (figuur 5). De overwegingen en analyses dienen in samenhang (geïntegreerd) in beschouwing te worden genomen.

### **Advies**

Initieer een project waarin de samenhang tussen veevoeding, beweiding en de emissies van methaan en lachgas geïntegreerd worden geanalyseerd. Maak gebruik van fundamentele relaties over de effecten van veevoeding op de methaanemissie uit de pens van herkauwers en op de samenstelling van de mest. Analyseer welke effecten verandering in veevoeding heeft op emissiebeperking in de gehele keten, dus inclusief methaan uit mestopslagen en lachgasemissies na toediening van mest op het land. Deze analyses zouden idealiter gekoppeld dienen te worden met integrale metingen zoals voorgesteld in thema 7 in dit rapport. Dat geldt in het bijzonder voor beweide grasland.

### **Referentie**

Velthof, G.L., A. Bannink, O. Oenema, H.G. van der Meer & S.F. Spoelstra (2000)  
Relationships between animal nutrition and manure quality. A literature review on C, N, P and S compounds, Alterra rapport 063, 44 p.



Figuur 5. Schematische weergave van C, N en P- stromen in de keten rantsoen – dier – mest/urine – mestopslag – bodem –plant. De figuur laat zien dat de emissies in verschillende delen van de keten van elkaar afhankelijk zijn en dat bij het opstellen van maatregelen integrale analyse plaats moet vinden om afwenteling te voorkomen (Oenema et al., EU-voorstel FEEDMAN).