

Evaluatie van de lijst van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999)

dr. R.M. de Mol

Report 106

Colofon

Title	Evaluatie van de lijst van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999)
Author(s)	R.M. de Mol
A&F number	106
ISBN-number	90-6754-765-4
Date of publication	maart 2004
Confidentiality	n.v.t.
Project code.	53.310.01

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

This report is authorised by: dr. G.J. Monteny

The quality management system of Agrotechnology & Food Innovations B.V. is certified by SGS International Certification Services EESV according to ISO 9001:2000.

Abstract

In 1999 is het instrumentarium voor de monitoring van nationale ammoniakemissies kritisch geanalyseerd in een project onder leiding van J.H.A.M. Steenvoorden. De resultaten zijn vastgelegd in de publicatie "Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw; Op weg naar een verbeterde rekenmethodiek" (Steenvoorden et al., 1999). De aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) hebben betrekking op verschillende onderdelen van de ammoniakemissieberekeningen en hebben verschillende prioriteiten. De verschillende onderdelen, in het rapport 'emissiebronnen' genoemd, zijn N-excretie per diersoort, stal en buitenopslag, mesttoediening, beweiding; gewassen, mestlogistiek en bemesting op bedrijfsniveau. Bij beweiding, stal en opslag, mesttoediening en gewassen treedt er ammoniakemissie op; de N-excretie, bemesting op bedrijfsniveau en mestlogistiek hebben indirect effect op de ammoniakemissie. De aanbevelingen zijn geordend naar prioriteit op basis van de verwachte verbetering van de ammoniakemissieberekening en de hoeveelheid werk die nodig is om de aanbeveling te implementeren: verbeteringen in 1999, verbeteringen in 2000, behoefte aan aanvullend onderzoek, behoefte aan extra dataverzameling en aanbevelingen met een lage prioriteit. Voor de evaluatie van de lijst van aanbevelingen wordt nagegaan welke aanbevelingen inmiddels zijn doorgevoerd. Hiervoor is informatie gezocht in de literatuur en/of via contactpersonen. Het gaat om een kwalitatieve evaluatie: wat is veranderd en waar is dat beschreven.

Keywords: ammoniakemissie, landbouw, monitoring

Inhoudsopgave

Abstract	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Huidige monitoringsmethodiek	7
1.3 Alternatieve benaderingen	8
1.4 Indeling van aanbevelingen	9
1.5 Opbouw rapportage	11
2 N-excretie	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Excretie melkvee splitsen in melkkoeien en jongvee	15
2.3 WUM-excreties van melkvee voor twee regio's	15
2.4 Weideperiode vrouwelijk vleesvee als in WUM	16
2.5 Mestsoorten aggregeren o.b.v. WUM i.p.v. forfaitair	16
2.6 Afstemmen rekenregels stal-weide bij melk- en vleesvee	16
2.7 Verbetering mineralengehalten vers weidegras	17
2.8 Verbetering opname vers weidegras	18
2.9 Verbetering gewasopbrengst grasland m.b.v modellen	18
2.10 Gebruik snijmaïs o.b.v. productie en voorraad	19
2.11 Regionale verschillen mineralengehalten ruwvoer	19
2.12 Regionale verschillen mineralengehalten mengvoer	20
2.13 Regionale verschillen gebruik ruwvoer per dier	20
2.14 Splitsing N-excretie in TAN en overig N	21
2.15 Splitsing N-excretie over feces en urine	22
2.16 Ureumconcentratie urine bij varkens	22
2.17 Vervluchtigingspercentage voor rundveefeces	22
2.18 Verbetering voederwaardebepaling vers weidegras	23
2.19 Verdeling rundvee-zoemest (in de loop van jaren)	23
2.20 Bedrijfsgegevens per vestiging i.p.v. per eigenaar	24
3 Stal en buitenopslag	25
3.1 Inleiding	25
3.2 Herziening VP-stal o.b.v. metingen en gem. N-concentr.	25
3.3 VP voor rundvee-zoemest en -wintermest	25
3.4 VP jaarsafhankelijk van N-gehalte per staltype	26
3.5 Maandspecifieke VP's voor stallen	26
3.6 Invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie	27
3.7 Voorkomen gangbare en emissie-arme staltypen	28

4 Mesttoediening	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Herziening VP-uitrijden o.b.v. metingen en correcties	29
4.3 Maandspecifieke VP's voor uitrijden	29
4.4 VP afhankelijk van grondsoort en N-gift	30
4.5 Invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie (weer/gewas)	30
4.6 Gebruik soorten uitrijapparatuur dierlijke mest	31
5 Beweiding	33
5.1 Inleiding	33
5.2 VP-beweiding afhankelijk van grondsoort	33
5.3 VP-beweiding afhankelijk van intensiteit N-excretie	33
5.4 Invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie	34
6 Gewassen	35
6.1 Inleiding	35
6.2 Invoeren resultaten deskstudie gewasemissie	35
7 Mestlogistiek	37
7.1 Inleiding	37
7.2 Acceptatiegraden per mestregio	37
7.3 Gebruiksnormen per mestregio	37
7.4 Kosten transport en kunstmest jaarlijks actualiseren	38
7.5 Normoverschrijding weidemest mogelijk maken	38
7.6 Aanpassen rekenregels mesttransport aan MINAS	39
7.7 Mesttransport tussen regio's o.b.v. mestbank-gegevens	39
7.8 Analyse motieven mestgebruik in de akkerbouw	40
7.9 Toetsen mestverdeling over gewassen binnen bedrijf	40
7.10 Gevoeligheid MESTTV voor mesttransporten	41
7.11 Invloed MESTTV-randvoorwaarden op regionale verdeling	41
8 Bemesting op bedrijfsniveau	43
8.1 Inleiding	43
8.2 Herziening VP van N-kunstmest	43
8.3 Extra gewasgroep: geen dierlijke, wel kunstmest	43
8.4 Kunstmestgebruik splitsen binnen/buiten landbouw	44
8.5 Landsdekkende berekening kunstmestgebruik	44
8.6 Aanpassen rekenregels kunstmestgebruik MINAS	44
8.7 Kunstmestgebruik per bedrijf en gewas	45
8.8 Bemestingsadviezen actualiseren	45

9 Overige verbeteringen	47
9.1 Inleiding	47
9.2 Mestproductie van paarden en pony's opnemen	47
9.3 NH ₃ -emissiedata per grid van 2,5×2,5 km	47
9.4 Integratie emissie- en depositiemodellering	48
9.5 Aantal dieren metelling vergelijken met andere tellingen	48
10 Discussie en conclusies	51
Referenties	55
Dankbetuiging	60

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 1999 is het instrumentarium voor de monitoring van de nationale ammoniakemissies uit landbouwkundige bronnen aan een kritische analyse onderworpen in een gezamenlijk project van DLO, RIVM, CBS en IKC-L onder leiding van J.H.A.M. Steenvoorden. De aanleiding hiervoor was het verschil in hoogte en trend tussen enerzijds ammoniakconcentraties die op indirecte wijze werden berekend uit gegevens over emissies uit landbouwkundige bronnen en anderzijds ammoniakconcentraties die op directe wijze werden berekend uit gemeten ammoniakconcentraties (het 'ammoniakgat'; inmiddels is de trend in beide berekeningen gelijk, er is nog wel een niveauverschil; Milieubalans, 2002; 100¹). In de projectrapportage, Steenvoorden et al. (1999), wordt beschreven hoe de berekeningswijze op directe wijze uit landbouwgegevens kan worden verbeterd.

Binnen het onderhavige project "Inventarisatie en actualisatie emissiefactoren t.b.v. nationale en regionale modellen op het gebied van emissie-inventarisaties" wordt de lijst van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) geëvalueerd. Dit project is onderdeel van onderzoeksprogramma 385 "Milieuplanbureaufunctie".

1.2 Huidige monitoringsmethodiek

Monitoring kan worden opgevat als het op systematische wijze verzamelen, analyseren, bewerken en verstrekken van feitelijke gegevens over (het verloop van) de toestand van relevante objecten of processen in de vorm van eenvoudige kengetallen (indicatoren) (Verdouw & Boels, 2003). Monitoring van de ammoniakemissies uit de landbouw vindt plaats bij het Ministerie van VROM en bij het RIVM. VROM rapporteert in de Emissiemonitor en op de internet-site www.emissieregistratie.nl; RIVM rapporteert in de jaarlijkse Milieubalans en op de internet-site www.rivm.nl/milieuenatuurcompendium/nl. In de Emissiemonitor zijn de belangrijkste emissies naar lucht, bodem en water in Nederland weergegeven. Dit alles gebeurt onder auspiciën van de CoördinatieCommissie DoelgroepMonitoring (CCDM). In de CCDM zijn vertegenwoordigd de ministeries van VROM, V&W, LNV en EZ, het Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), Unie van Waterschappen (UvW), het CBS en het RIVM. De Milieubalans beschrijft de ontwikkeling van het milieu in Nederland en de effectiviteit van het gevoerde beleid. De Milieubalans geeft elk jaar voorlopige cijfers voor het voorgaande jaar en definitieve cijfers voor het daaraan voorafgaande jaar.

Het Mest en Ammoniak Model (MAM) wordt gebruikt voor de berekening van de ammoniakemissies uit landbouwkundige bronnen. MAM berekent per bedrijf de mestproductie, de mestoverschotten en de plaatsing daarvan op regionaal en nationaal niveau; uit de berekende

¹ Bij referenties wordt zonodig achter de puntkomma het paginanummer vermeld

meststromen wordt de ammoniakemissie afgeleid (Groenwold et al., 2002). De input voor het model komt uit verschillende bronnen (Verdouw & Luesink, 2004; 19):

- de landbouwtelling van het CBS voor het aantal dieren, de arealen per gewas, staltypen en geografische indelingen;
- de excretiecijfers van de Werkgroep Uniformering Mest- en mineralencijfers (WUM), deze gegevens zijn afgeleid uit praktijkcijfers en jaarsafhankelijk;
- de emissiefactoren zoals vastgesteld door het RIVM op basis van beschikbare onderzoeksgegevens;
- overige uitgangspunten zoals het Bedrijven Informatie Net van het LEI, het grondsoortenbestand van het RIVM, het gemeentenamenbestand van het LEI en grid-data voor de coördinaten.

De evaluatie van de aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) richt zich op de gebruikte methodiek met de berekeningen door MAM op basis van de genoemde input. Het Milieu- en Natuurplanbureau van het RIVM is verantwoordelijk voor de berekeningen (Van der Hoek, 2002a en 2002b), het werkt hiervoor samen met het LEI (MAM-modelberekeningen), het CBS (landbouwtelling, excretiecijfers, zie bijv. Van Eerdt & Heijstraten, 2002; Monitor, 2002) en Wageningen UR (emissiefactoren).

1.3 Alternatieve benaderingen

Naast de ammoniakemissieberekeningen voor de Milieubalans volgens de hierboven beschreven aanpak zijn er nog andere ammoniakemissieberekeningen:

- MAM wordt ook gebruikt voor verkennende berekeningen, zie bijv. Hoogeveen & Leneman (2001), en Hoogeveen et al. (2003). In deze berekeningen worden scenario's voor de nabije toekomst doorgerekend. De uitgangspunten bij deze berekeningen zijn anders, zo wordt er niet gerekend met actuele excretiecijfers volgens WUM maar met forfaitaire excretiecijfers, ook de emissiefactoren kunnen verschillen.
- Andere computermodellen worden ook gebruikt voor vergelijkbare berekeningen, zie Verdouw & Luesink (2004; 27) voor een overzicht van gerelateerde modellen:
 - Het stofstromenmodel is een agronomisch micro-simulatiemodel dat de nutriëntenstromen en de bijbehorende emissies voor de Nederlandse landbouw beschrijft.
 - FARMMIN¹ is een statisch model van het productieproces en de N- en P-stromen op melkveebedrijven. Het is ontwikkeld voor berekeningen op bedrijfsniveau, maar kan ook gebruikt worden voor regionale en nationale berekeningen, zoals bij in Schoumans et al. (2002), waar 'superbedrijven' alle bedrijven op een bepaalde grondsoort in een mestregio representeren. Het model bevat de gewasmodule QUADMOD (ten Berge et al., 2000), een diermodule en een mestmodule. FARMMIN kan eenvoudig uitgebreid worden met open teelten en intensieve veehouderij. Het is geschikt voor ondersteuning van regionale en

¹ ontwikkeld door Plant Research International

landelijke berekeningen, vooral als men daarbij geïnteresseerd is in effecten van verschillen in bedrijfsconfiguratie, productieomstandigheden en mest- en mineralenmanagement.

- In het model CLEAN¹ (Van Tol et al., 2002) wordt de milieudruk van stikstof, fosfaat en ammoniak als gevolg van de landbouwactiviteit in Nederland berekend. De berekening van de mestproductie en de ammoniakemissies uit weide, stal en opslag in CLEAN zijn vergelijkbaar met MAM. De mesttransporten worden bepaald door met een heuristiek de laagste kosten op nationaal niveau te berekenen. Hierbij wordt aangenomen dat de meest volumieuze mest (met duurste transport) naar de dichtst nabije plek (mestregio) getransporteerd wordt. CLEAN maakt onderdeel uit van STONE², het vormt het eerste onderdeel van de modelketen, STONE omvat ook de ammoniakdepositie en de bodemwaterkwaliteit (Rötter et al., 2001 en Minas, 2002).
- Het model INITIATOR³ (De Vries et al., 2001 en 2003) is ontwikkeld om stikstofplafonds te berekenen, maar kan ook worden gebruikt om effecten van landbouwkundige maatregelen door te rekenen. INITIATOR is gerelateerd aan STONE.
- Het model BBPR⁴ wordt gebruikt voor studies in bedrijfsverband voor de melkveehouderij met name door alternatieven door te rekenen. BBPR simuleert de bedrijfsvoering en geeft de resultaten hiervan, op technisch, economisch milieukundig terrein, duidelijk en gedetailleerd weer. De module Mineralenstroom brengt de interne kringloop van N, P en K op een melkveebedrijf in beeld, op basis van de voeding en het graslandgebruik, en berekent de ammoniakemissie vanuit de huisvesting en mestopslag, na mesttoediening en tijdens de beweiding. Aan de hand van de bemestingsbehoefte wordt de eventuele mestafzet berekend. De uitkomsten van Mineralenstroom vormen een indicatie voor de omvang van de verliezen die op het melkveebedrijf optreden. (Schreuder et al., 1995; Van Duinkerken et al. 2003).

Deze alternatieve ammoniakemissieberekeningen zijn niet direct relevant voor de evaluatie van de aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999), maar kunnen wel gebruikt worden als methodisch vergelijkingsmateriaal.

1.4 Indeling van aanbevelingen

De aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) hebben betrekking op verschillende onderdelen van de ammoniakemissieberekeningen en hebben verschillende prioriteiten. De verschillende onderdelen, in het rapport 'emissiebronnen' genoemd, zijn (zie ook figuur 1):

¹ *Crops, Livestock and Emissions from Agriculture in the Netherlands; ontwikkeld door RIVM*

² *Samen Te Ontwikkelen Nutrienten Emissiemodel; ontwikkeld door RIZA, Alterra en RIVM*

³ *Integrated NITrogen Impact Assessment model On a Regional scale*

⁴ *BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij; ontwikkeld door Animal Sciences Group, v/h PV en PR*

- N-excretie per diersoort;
- stal en buitenopslag;
- mesttoediening;
- beweiding;
- gewassen;
- mestlogistiek;
- bemesting op bedrijfsniveau.

Bij beweiding, stal en opslag, mesttoediening en gewassen treedt er ammoniakemissie op; de N-excretie, bemesting op bedrijfsniveau en mestlogistiek hebben indirect effect op de ammoniakemissie.

De aanbevelingen zijn toentertijd geordend naar prioriteit op basis van de verwachte verbetering van de ammoniakemissieberekening en de hoeveelheid werk die nodig is om de aanbeveling te implementeren:

- verbeteringen in 1999;
- verbeteringen in 2000;
- behoefte aan aanvullend onderzoek;
- behoefte aan extra dataverzameling;
- aanbevelingen met een lage prioriteit.

In tabel 1 zijn de aanbevelingen gerubriceerd naar emissiebron en prioriteit. Hierin is per emissiebron een kolom opgenomen en per prioriteit een rij. Zo wordt duidelijk welke aanbevelingen zijn gedaan per bron en prioriteit.



Figuur 1 Schematische weergave van de 'emissiebronnen' in Steenvoorden et al. (1999) (vrij naar figuur op titelpagina van De Mol & Hilhorst, 2003).

Van de meeste aanbevelingen werd gesteld dat ze op korte termijn konden worden ingevoerd. Een deel van de aanbevelingen, echter met de grootste invloed, zou binnen een tijdsbestek van 1-2 jaar uitgevoerd kunnen worden.

1.5 Opbouw rapportage

Voor de evaluatie van de lijst van aanbevelingen wordt nagegaan welke aanbevelingen inmiddels zijn doorgevoerd. Hiervoor is informatie gezocht in de literatuur en/of via contactpersonen. Het gaat om een kwalitatieve evaluatie: wat is veranderd en waar is dat beschreven. De aanbevelingen worden in de volgende hoofdstukken per emissiebron besproken, elk hoofdstuk begint met een inleiding gevolgd door paragrafen waarin telkens een aanbeveling wordt besproken. Elke paragraaf begint met de evaluatie, daarbij wordt de aanbeveling kort beschreven en wordt aangegeven of de aanbeveling al dan niet is overgenomen. Na de evaluatie volgt een korte conclusie en daarna eventueel een discussie waarin overige gerelateerde aspecten worden besproken. Overigens is de constatering dat een aanbeveling niet is overgenomen niet per se een negatieve kwalificatie, mede door gewijzigde inzichten en regelgeving kan hiervoor een goede motivering zijn. De conclusies staan in het laatste hoofdstuk.

Tabel 1 Overzicht van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) per emissiebron (kolommen) en prioriteit (rijen), elke rij en elke kolom verwijst naar een paragraaf in Steenvoorden et al. (1999); elke aanbeveling verwijst naar beide paragrafen, bijv. 5\2 in de eerste rij, laatste kolom hoort bij het 5-de punt van de opsomming in § 9.4.1 (rij) en bij het tweede punt in § 9.2.8 (kolom).

	§ 9.2.1 N-excreties	§ 9.2.2 stal en buitenopslag	§ 9.2.3 mesttoediening	§ 9.2.4 beweiding	§ 9.2.5 gewassen	§ 9.2.6 mestlogistiek	§ 9.2.7 bemesting op bedrijfsniveau	§ 9.2.8 overige verbeteringen
§ 9.4.1 verbete- ringen in 1999	1\3 excretie melkvee splitsen in melk-koeien en jongvee 2\1 WUM-excreties van melkvee voor twee regio's 3\4 weideperiode vrouwelijk vleesvee als in WUM 4\2 mestsoorten aggregeren o.b.v WUM i.p.v. forfaitair	6\1 herziening VP-stal o.b.v. metingen en gem. N-concentr.	7\1 herziening VP-uitrijden o.b.v. metingen en correctie	8\1 VP-beweiding afhankelijk van grondsoort 9\2 VP-beweiding afhankelijk van intensiteit N-excretie		10\1 acceptatie-graden per mestregio 11\2 gebruiks-normen per mest-regio 12\3 kosten transport en kunstmest jaarlijks actualiseren 13\4 normoverschrijding weidemest mogelijk maken	14\1 herziening VP van N-kunstmest 15\2 extra gewas-groep: geen dierlijke, wel kunstmest 16\4 kunstmestgebruik splitsen binnen /buiten landbouw	5\2 mestproductie van paarden en pony's opnemen 17\1 NH ₃ -emissie-data per grid van 2,5×2,5 km
§ 9.4.2 verbete- ringen in 2000	8\5 afstemmen rekenregels stal-weide bij melk- en vleesvee 1\1' verbetering mineralengehalten vers weidegras 2\2' verbetering opname vers weidegras 3\3' verbetering gewasopbrengst grasland m.b.v modellen 4\5' gebruik snijmais o.b.v. productie en voorraad 5\1" regionale verschillen mineralengehalten ruwvoer 6\2" regionale verschillen mineralengehalten mengvoer 7\3" regionale verschillen gebruik ruwvoer per dier	9\2 VP voor rundvee-zoemest en -wintermest 9\3 VP jaarsafhankelijk van N-gehalte per staltype 11\4 maand-specifieke VP's voor stallen	12\2 maand-specifieke VP's voor uitrijden		13\ invoeren resultaten deskstudie gewasemissie		10\5 landsdekkende berekening kunstmestgebruik	

	§ 9.2.1 N-excreties	§ 9.2.2 stal en buitenopslag	§ 9.2.3 mesttoediening	§ 9.2.4 beweiding	§ 9.2.5 gewassen	§ 9.2.6 mestlogistiek	§ 9.2.7 bemesting op bedrijfsniveau	§ 9.2.8 overige verbeteringen
§ 9.4.3 aanvul- lend onder- zoek	<p>2\1''' splitsing N-excretie in TAN en overig N</p> <p>2\2''' splitsing N-excretie over feces en urine</p> <p>3\2''' ureum-concentratie urine bij varkens</p> <p>3\3''' vervluchtiging percentage voor rundveefeces</p> <p>\4' verbetering voederwaardebepaling vers weidegras</p>	1\ invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie	<p>1\1' VP afhankelijk van grondsoort en N-gift</p> <p>1\2' invloedsfactoren bij NH₃-emissie (weer/gewas)</p>	1\ invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie		<p>4\5 aanpassen rekenregels mesttransport aan MINAS</p> <p>5\ mesttransport tussen regio's o.b.v. mestbank-gegevens</p> <p>6\6 analyse motieven mestgebruik in de akkerbouw</p> <p>7\7 toetsen mestverdeling over gewassen binnen bedrijf</p>	4\6 aanpassen rekenregels kunstmestgebruik MINAS	8\ integratie emissie- en depositiemodel- lering
§ 9.4.4 extra data- verza- meling	<p>5\4'' verdeling rund- vee-zoeremest (in de loop van jaren)</p> <p>3\ bedrijfsgegevens per vestiging i.p.v. per eigenaar</p>	2\ voorkomen gangbare en emissie- arme staltypen	1\ gebruik soorten uitrijapparatuur dierlijke mest				6\5 kunstmest- gebruik per bedrijf en gewas	4\ aantal dieren mei- telling vergelijken met andere tellingen
§ 9.4.5 lage prioriteit						<p>1\ gevoeligheid MESTTV voor mest- transporten</p> <p>2\ invloed MESTTV- randvoorwaarden op regionale verdeling</p>	3\3 bemestings- adviezen actualiseren	

MESTTV = Mesttransport- en verwerkingsmodel

TAN = Totaal ammonium stikstof

VP = Vervluchtigingspercentage

WUM = Werkgroep Uniformering Mestcijfers

2 N-excretie

2.1 Inleiding

De berekende ammoniakemissie is gebaseerd op basis van de berekende stikstofexcretie per diersoort. Deze N-excretie wordt berekend op basis van de aantallen per diercategorie in de Landbouwtelling en de excretie per diercategorie zoals vastgesteld door de Werkgroep Uniformering Mest- en mineralencijfers (WUM). De N-excretie is op zich geen emissiebron, maar zij heeft wel veel invloed op de berekende ammoniakemissie.

Het betreffende hoofdstuk in Steenvoorden et al. (1999) kwam tot stand onder coördinatie van M.M. van Eerdt (CBS, thans werkzaam bij RIVM).

2.2 Excretie melkvee splitsen in melkkoeien en jongvee

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 32) wordt aanbevolen om de diercategorie melkvee te splitsen in melk- en kalfkoeien enerzijds en jongvee anderzijds om de geconstateerde verschillen bij de aggregatie van mestsoorten te verkleinen. Op basis van deze aanbeveling is de oorspronkelijke categorie melkvee (m.i.v. de Milieubalans 1999) opgesplitst in een categorie melkkoeien en een categorie jongvee voor de fokkerij om recht te doen aan het verschil in excretie en weidegang van deze twee diercategorieën (Van der Hoek, 2002a; 17).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Het gebruikte aantal mestsoorten bij de ammoniakemissieberekeningen is veel kleiner dan het aantal in WUM, door aggregatie ontstaan afwijkingen. Om dit te voorkomen zou het gebruikte aantal mestsoorten groter moeten worden, dit is mogelijk met MAM.

2.3 WUM-excreties van melkvee voor twee regio's

Evaluatie: Om de verschillen in voederrantsoenen op rundveebedrijven mee te nemen wordt in Steenvoorden et al. (1999; 30) een uitsplitsing in twee regio's aanbevolen. Op basis van deze aanbeveling is voor het weidend vee (m.i.v. de Milieubalans 1999) een opsplitsing aangebracht in een tweetal regio's om recht te doen aan het regionaal verschillend gebruik van snijmaïs (Van der Hoek, 2002a; 17). De regio Noord-West omvat de provincies Groningen, Friesland, Drenthe, Utrecht, Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland. De regio Zuid-Oost omvat de provincies Overijssel, Flevoland, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. De opsplitsing in twee regio's geldt niet alleen voor de weideperiode maar ook voor de stalperiode van weidend vee.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: In Steenvoorden et al. (1999; 30) worden drie mogelijkheden genoemd om regionale verschillen mee te nemen. De opsplitsing in twee regio's voor rundvee was de eerste mogelijkheid (voor de korte termijn). Dit lijkt in tegenspraak met Tamminga et al. (2000; 15) waar een dergelijke opsplitsing "niet nodig en zelfs ongewenst" wordt genoemd, omdat er in alle regio's voldoende mogelijkheden zijn om de excretie via management en voeding te verlagen, een onderscheid op regio is niet controleerbaar en dus niet handhaafbaar. Maar Tamminga et al. (2000) is voor een ander doel dan monitoring geschreven, voor monitoring is de opsplitsing in twee regio's wel degelijk zinvol. De tweede mogelijkheid komt terug in § 2.13. De derde mogelijkheid, gebruik maken van het stofstromenmodel, is uit beeld geraakt omdat het stofstromenmodel nauwelijks meer wordt gebruikt (de data-behoefte is te groot; Verdouw & Luesink, 2004; 28).

2.4 Weideperiode vrouwelijk vleesvee als in WUM

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 36) wordt aanbevolen om de rekenregels voor de verdeling over stal en weide bij melkvee en vleesvee op elkaar af te stemmen. Op basis van deze aanbeveling zijn (m.i.v. de Milieubalans 1999) de diercategorieën weidend vleesvee en stalvleesvee opnieuw ingedeeld: met de verplaatsing van vrouwelijk mestjongvee van 0 tot 2 jaar naar weidend vleesvee en van mannelijk mestjongvee ouder dan 2 jaar naar stalvleesvee, is nu alle vleesvee met een weidegang ondergebracht in de categorie weidend vleesvee (Van der Hoek, 2002a; 17).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

2.5 Mestsoorten aggregeren o.b.v. WUM i.p.v. forfaitair

Evaluatie: De aanbeveling uit Steenvoorden et al. (1999; 32) om de omrekening naar dierequivalent te doen met de werkelijke fosfaatexcretie in plaats van met de forfaitaire fosfaatexcretie kon niet gehonoreerd worden vanwege capaciteits- en financiële beperkingen (Van der Hoek, 2002a; 18).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Het is niet duidelijk wat de fout hierdoor is. Op nationaal niveau is er geen verschil, maar op gemeente-niveau kan het resulteren in een verandering van 4% lagere tot 4% hogere emissie, conform de indicatie die in Steenvoorden et al. (1999; 35) genoemd wordt.

2.6 Afstemmen rekenregels stal-weide bij melk- en vleesvee

Evaluatie: De aanpassing volgens § 2.4 heeft ertoe geleid dat alle vleesvee met weidegang is ondergebracht in de categorie weidend vleesvee. Hiermee is de methodiek voor de verdeling van mest en stikstof over stal en weide in de LEI-mestmodellen voor vleesvee gelijk aan die voor melkvee en die van de WUM.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

2.7 Verbetering mineralengehalten vers weidegras

Evaluatie: De uitscheiding van mineralen is gelijk aan het verschil in opname van mineralen in het voer en de vastlegging in dierlijke producten (Van Bruggen, 2001). Volgens Steenvoorden et al. (1999; 23) bepaalt weidegras 30-45% van de N-uitscheiding van rundvee. De mineralengehalten zijn gebaseerd op analyses van het agrarisch laboratorium Blgg. In Steenvoorden et al. (1999; 23) wordt aanbevolen om de representativiteit van de weidegrasmonsters te verbeteren. Op de website www.cbs.nl wordt in de verantwoording van de wijzigingen in de berekeningswijze van de standaardfactoren voor 1999 gemeld dat de jaarlijkse monitoring van het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek (Blgg) geen onderscheid kan maken naar diersoorten, en dat de Werkgroep Uniformering berekeningswijze Mest- en mineralencijfers (WUM) voor haar berekeningen daarom uitgaat van de nationaal gemiddelde waarden voor mineralen en voederwaarde.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: In Tamminga et al. (2000) is de stikstofopname bepaald aan de hand van praktijkcijfers van voorloperbedrijven (zoals De Marke) en een ruwe inschatting van toekomstige ontwikkelingen met de verwachting dat het merendeel van de melkveebedrijven deze stikstofopname ook zal bereiken. Een dergelijke benadering op basis van praktijkcijfers kan een alternatief zijn voor de berekening van de uitscheiding op basis van nationale gemiddeldes. Echter dan moet er niet alleen gekeken worden naar voorloperbedrijven, want die zijn per definitie ongeschikt voor monitoringsdoeleinden.

Een betere berekening is mogelijk met het model BBPR (Schreuder et al., 1995) of met FARM-MIN (Schoumans et al., 2002; 30). De gewasmodule QUADMOD van FARMMIN berekent de netto-gewasopbrengst en de N- en P-gehalten van gras en maïs in afhankelijkheid van het N-aanbod (uit bodem en bemesting), de maximale gewasopbrengst (afhankelijk van bodem, weer en management) en de verliezen bij oogst, conservering en vervoeding.

Berekeningen met bedrijfsmodellen zijn geschikt voor individuele bedrijven of voor homogene groepen, bij toepassing voor landelijke berekeningen moet goed bekeken worden of alle bedrijven correct worden meegenomen.

Er moet rekening worden gehouden met regionale verschillen.

2.8 Verbetering opname vers weidegras

Evaluatie: De opname van vers gras door weidend vee is niet bekend en moet worden ingeschat op basis van modelberekeningen. Volgens Steenvoorden et al. (1999; 24) kan de berekening van de voederbehoefte verbeterd worden door uit te gaan van de DVE¹-behoefte in plaats van de VEM²-behoefte. De verantwoording van de berekening van de mest- en mineralenproductie in Van Bruggen (2001; 6) is gebaseerd op de VEM-behoefte.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Het is niet vanzelfsprekend dat de benadering op basis van DVE-behoefte beter is dan op basis van VEM-behoefte. Het lijkt beter om te werken met een combinatie, zoals bij de berekening in Tamminga et al. (2000; 11), waar de berekende opname van weidegras en ander voer zodanig is dat zowel de VEM-behoefte als de DVE-behoefte iets worden overschreden. Berekeningen met BBPR (Handleiding; 2001) of met het model FARMMIN kunnen inzicht geven in de voederbehoefte op bedrijfsniveau. De diermodule in FARMMIN berekent de behoefte aan VEM, DVE en P van de veestapel (afhankelijk van diercategorie, aantal dieren en productieniveau) en, afhankelijk van de voederproductie en -samenstelling op het eigen bedrijf, de noodzakelijke aankoop van ruwvoer en krachtvoer.

Er moet rekening worden gehouden met regionale verschillen.

2.9 Verbetering gewasopbrengst grasland m.b.v modellen

Evaluatie: De opname van weidegras door rundvee wordt in Steenvoorden et al. (1999; 24) berekend als restpost: de koe krijgt zoveel voer dat aan de behoefte is voldaan. De opname van krachtvoer en geconserveerd ruwvoer is (min of meer) bekend en de opname van weidegras is de restpost. Omdat weidegras de meest stikstofrijke component van het rantsoen is, wordt in Steenvoorden et al. (1999; 24) aanbevolen om te bekijken of een opbrengstberekening op basis van modellen een alternatief kan zijn. In Van Bruggen (2001; 6) wordt beschreven dat bij de berekening van het voerverbruik het verbruik van weidegras als restpost is berekend. De alternatieve benadering wordt dus nog niet gebruikt.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Het gebruik van graskuil wordt door het CBS ook berekend op basis van productie en voorraadmutaties, hiervoor worden gegevens uit de statistiek graslandgebruik gebruikt (www.cbs.nl/statline).

¹ *DarmVerteerbaar Eiwit*

² *VoederEenheid Melk*

Opbrengstmodellen voor grasland zijn wel beschikbaar, bijvoorbeeld het model BBPR (Handleiding; 2001) of FARMMIN kan hiervoor worden gebruikt, zoals beschreven in Schoumans et al. (2002). De gewasgroei modellen zouden gebruikt kunnen worden om de opname van weidegras te berekenen of om de resultaten van de berekende opname met de restpost-methode te checken.

2.10 Gebruik snijmaïs o.b.v. productie en voorraad

Evaluatie: De opname van snijmaïs wordt in Steenvoorden et al. (1999; 23) berekend op basis van statistieken over het voedergebruik, voor snijmaïs is hierbij verondersteld dat alle geproduceerde snijmaïs in het daaropvolgende seizoen wordt vervoederd. Volgens Van Bruggen (2001; 3) wordt van snijmaïs de productie volgens CBS-gegevens genomen en worden de voorraadmutaties van snijmaïs geschat met behulp van gegevens van uit het BedrijvenInformatieNet (BIN) van het LEI.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Het aandeel snijmaïs in het rantsoen heeft een grote invloed op de N-excretie, bij een groter aandeel gaat de N-excretie omlaag omdat het N-gehalte van snijmaïs veel lager is. Daarom is een goede berekening van de snijmaïsoptname belangrijk.

2.11 Regionale verschillen mineralengehalten ruwvoer

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 30) wordt niet alleen aanbevolen om onderscheid te maken tussen twee regio's (Noord-West en Zuid-Oost Nederland) vanwege voerverschillen (zie § 2.3), maar ook om onderzoek te doen naar regionale verschillen in mineralengehalten van gras en snijmaïs. In Van Bruggen (2001; 6) wordt aangegeven dat er wordt gewerkt met uniforme mineralengehalten onafhankelijk van de regio. Er is binnen de WUM wel gekeken naar de regionale verschillen, maar de belangrijkste conclusie was dat er geen significante en eenduidige verschillen tussen regio's waren. Er was geen reden tot aanpassing van de methodiek.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: Uit het project Koeien & Kansen (Galama et al, 2002) volgt veel informatie over mineralengehalten van ruwvoer (op voorloperbedrijven, dus wellicht niet representatief), die wellicht kan worden gebruikt bij de invulling van de regionale verschillen.

Bij de berekeningen van gras- en maïsoptbrengsten, mestproducties (N en P daarin) en N-giften op gras- en maïsland voor de Evaluatie van de Meststoffenwet 2002 (Schoumans et al., 2002; 29) is met FARMMIN onderscheid gemaakt naar mestregio's (31) en grondsoorten (4).

2.12 Regionale verschillen mineralengehalten mengvoer

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 31) wordt aanbevolen om te bepalen of er significante verschillen zijn in de mineralengehalten van meng- en ruwvoerders (op basis van gegevens van Bureau Heffingen), en deze zonedig mee te nemen in de berekeningen. In Van Bruggen (2001; 6) wordt aangegeven dat er wordt gewerkt met uniforme mineralengehalten onafhankelijk van de regio. Er is binnen de WUM wel gekeken naar de regionale verschillen, maar ook hierbij is geconcludeerd dat er geen reden is tot aanpassing van de methodiek.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Door de invoering van Minas zijn er veel gegevens beschikbaar gekomen over de mineralengehalten van het mengvoer. Hieruit is informatie te halen over de regionale verschillen. Met name bij rundvee zijn regionale verschillen te verwachten in verband met ruwvoerverschillen (zie § 2.11).

2.13 Regionale verschillen gebruik ruwvoer per dier

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 30) wordt voorgesteld om het kracht- en ruwvoergebruik op te splitsen naar maximaal vijf regio's op basis van gegevens uit het BedrijvenInformatieNet (BIN) van het LEI. Zoals in Van Bruggen (2001; 7) is aangegeven, wordt er slechts gewerkt met twee regio's: Zuid- en Oost, en Noord- en West Nederland (conform de aanbeveling in § 2.3). Er is binnen de WUM wel gekeken naar de regionale verschillen¹, maar ook hierbij is geconcludeerd dat er geen reden is tot aanpassing van de methodiek.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: In Tamminga et al. (2000; 15) wordt een benadering op basis van bedrijfskenmerken voorgesteld. Door verschillen in voeding, graslandmanagement en melkproductieniveau zijn er grote verschillen tussen bedrijven, ook binnen een zelfde regio. In Tamminga et al. (2000; 15) wordt voorgesteld te onderzoeken of differentiatie van de stikstofexcretie per bedrijf mogelijk is op basis van het ureumgehalte in combinatie met de melkproductie per koe (zie ook § 3.6). Uit een uitgebreide analyse van de N-balans-database van ID-Lelystad bleek dat er voor de individuele melkkoe een uitstekend verband bestaat tussen zowel het melkureumgehalte en de N-opname als tussen het melkureumgehalte en de N-excretie². Deze relaties houden via de melkeiwitproductie tevens rekening met het melkproductieniveau. Bij validatie van deze verbanden met behulp van de voederproevendatabase van Praktijkonderzoek ASG bleek dat ze ook gebruikt kunnen worden voor de voorspelling van de N-opname en N-excretie van koppels koeien c.q. bedrijfs-situaties³. Het voorstel van Tamminga verdient daarom navolging. De N-opname kan berekend

¹ H. Leneman & H.H. Luesink, 2000. *Regionale excreties zinvol? LEI, Den Haag, nota 63271*

² A. Bannink en V.A. Hindle, 2003. *Voorspelling van de opname en excretie van N door melkvee op basis van melkgegevens. ASG, Nutrition and Food. Vertrouweljk rapport 03/0008567*

³ Sebek et al., 2004, *in voorbereiding*

worden uit de combinatie van het N-gehalte van het rantsoen en de verzadigingswaarde van het rantsoen. Om die reden hoeft een goede relatie tussen het melkureumgehalte en de N-opname nog niet te betekenen dat er een goede relatie bestaat tussen het melkureumgehalte en het N-gehalte van het rantsoen. Uit een eerste analyse van de database van het Vel&Vanla-project (gegevens van 60 bedrijven gedurende 5 jaar) blijkt dan ook dat er vrijwel geen verband is tussen het N-gehalte van het rantsoen van de melkkoeien en het ureumgehalte van de melk en evenmin tussen de OEB-opname van de melkkoeien en het ureumgehalte van de melk (Plant Research International, ongepubliceerde gegevens). Bij het analyseren van gegevens van het project Bioveem (Biologische, 2000; 52) kwam men tot vergelijkbare conclusies. Ook in het Koeien & Kansen-project is gekeken naar de relaties tussen melkureumgehalten en voersamenstelling (Galama et al., 2002; 37).

2.14 Splitsing N-excretie in TAN en overig N

Evaluatie: Zoals in Steenvoorden et al. (1999; 51) wordt gesteld, is de ammoniakemissie vooral het gevolg van de omzetting van ureum in de urine van varkens en rundvee en van urinezuur in de excreta van pluimvee in minerale stikstof. Daarom zou het vervluchtigingspercentage (VP) niet afhankelijk moeten zijn van de N-excretie maar van het gehalte aan totaal-ammoniakale stikstof (TAN; Steenvoorden et al., 1999; 26). Deze benadering wordt al toegepast bij de berekening van de emissie bij toediening. Bij de huidige nationale berekeningen wordt de ammoniakemissie stal en buitenopslag en bij beweiding nog berekend als een fractie van de totale N-excretie (Van der Hoek, 2002b).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: In de huidige vervluchtigingspercentages bij de berekening van de emissie uit stal en opslag, en bij beweiding is het TAN-gehalte al verrekend. Daarom lijkt het lood om oud ijzer, toch zal de TAN-benadering in sommige gevallen een beter beeld geven, bijvoorbeeld als de N-excretie lager wordt bij gelijkblijvende TAN-excretie.

Voor melkveebedrijven zijn rekenregels beschikbaar voor de splijting van de N-excretie in TAN en overig N, die o.a. in FARMMIN worden toegepast.

Verschillen in rantsoenen hebben vooral effect op het TAN-gehalte; als de hoeveelheid stikstof in het voer toeneemt, zal er naar verhouding steeds meer van het N-overschot in de urine terecht komen (Steenvoorden et al., 1999; 26). Het is bij rundvee mogelijk om de fecale verteerbaarheid te berekenen, en daarmee ook de fecale stikstof (en urine-stikstof). Maar dergelijke berekeningen zouden onderbouwd moeten worden door praktijkmetingen waarbij feces en urine apart worden opgevangen.

2.15 Splitsing N-excretie over feces en urine

Evaluatie: De aanbeveling in Steenvoorden et al. (1999; 26) om de N-excretie te verdelen over feces en urine houdt verband met de voorgaande aanbeveling. De ammoniakemissie wordt vooral bepaald door de hoeveelheid N in de urine. Bij de nationale berekeningen wordt de N-excretie niet gesplitst over feces en urine (Van der Hoek, 2002b; 18).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: De excretie van stikstof bij rundvee en varkens gaat voor 65-70% via de urine en voor 35% via de feces. Ook in Oenema et al. (2000; 61) wordt gesteld dat de verhouding urine-N/feces-N belangrijk is voor de ammoniakemissie. Ook wordt daar de verwachting uitgesproken dat de verhouding urine-N/feces-N zal afnemen en dat dit een groot effect kan hebben op de ammoniakemissie. Ook deze veronderstellingen moeten bij voorkeur worden onderbouwd door praktijkmetingen.

2.16 Ureumconcentratie urine bij varkens

Evaluatie: Zoals besproken bij de voorgaande aanbeveling wordt de ammoniakemissie vooral bepaald door de hoeveelheid stikstof in de urine. Door een andere voersamenstelling (grotere hoeveelheid Niet-Zetmeel Koolhydraten, NZK, uit bijv. perspulp of bierbostel) kan een deel van het ureum worden omgezet in eiwit en daalt de pH van de feces (en mengmest). Bij een lagere pH is de ammoniakemissie ook lager. Daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 27) aanbevolen om na te gaan wat de variatie in NZK-gehalte van varkensmengvoerders is om daarmee het effect op de ammoniakemissie in te schatten. Bij de huidige nationale berekeningen wordt de ammoniakemissie nog berekend als een fractie van de totale N-excretie.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: De ureumconcentratie kan ook variëren afhankelijk van het urinevolume. Dit effect moet goed worden meegenomen om het besproken effect te kwantificeren.

2.17 Vervluchtigingspercentage voor rundveefeces

Evaluatie: Algemeen wordt aangenomen dat de ammoniakemissie uit feces laag is vergeleken bij de ammoniakemissie uit urine (Steenvoorden et al., 1999; 25), maar daarbij wordt de kanttekening gemaakt dat de emissie uit feces bij melkkoeien bij beweiding ook aanzienlijk kan zijn. Hierbij wordt verwezen naar onderzoek (op basis van windtunnelmetingen) waaruit bleek dat de emissie uit mestflaten 13% van de mest-N was (Van der Meer, 1991, Vertregt & Rutgers, 1988). Daarom wordt aanbevolen om niet alleen de verdeling over feces en urine te bepalen, maar ook de emissie uit feces bij beweiding nader te bepalen. Bij de nationale berekeningen wordt geen onderscheid gemaakt naar feces en urine, er is geen apart vervluchtigingspercentage voor feces gebruikt.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: In een pottenproef zijn veel lagere waarden voor de ammoniakemissies uit feces gevonden (Monteny, 2003), waarschijnlijk omdat daarbij de pH en de luchtsnelheid anders waren dan onder praktijkomstandigheden.

2.18 Verbetering voederwaardebepaling vers weidegras

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 24) wordt gesignaleerd dat er te weinig bekend is over de invloed van gemengd voeren, krachtvoergiften, bemestingsniveau, oogststadium en weersomstandigheden op de voederwaarde van vers weidegras. Hierbij wordt gerefereerd naar een model van het toenmalige PR (tegenwoordig Animal Sciences Group), dat eind 1999 beschikbaar zou zijn. Bedoeld wordt het voeropnamemodel dat voorspellingen doet van de drogestofopname door melkkoeien (Zom et al., 2002). Deze aanbeveling is een vervolg op de aanbevelingen in de § 2.7 en § 2.8, die beide niet zijn overgenomen.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

2.19 Verdeling rundvee-zoemest (in de loop van jaren)

Evaluatie: De verdeling van mest over stal en weide heeft invloed op de emissies. In Steenvoorden et al. (1999; 131) wordt geconstateerd dat informatie over het beweidingssysteem niet beschikbaar is, en er wordt aanbevolen om het beweidingssysteem in te schatten op basis van het staltype per bedrijf. Naar aanleiding hiervan is in Van der Hoek (2002b; 25) aangegeven hoe bij de nationale berekeningen het beweidingssysteem afhangt van de diersoort, het stalsysteem en de regio. Bij de huidige berekeningen is de weidegang onafhankelijk van het jaar, terwijl in de praktijk de laatste jaren een ontwikkeling is van het steeds meer opstallen van koeien. Daarom zou de beweiding jaarsafhankelijk moeten zijn.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: In 2002 hebben Boerderij en PV een enquête onder veehouders uitgevoerd over de weidegang, nu en in de toekomst (Keuper & Kingmans, 2002). De enquêteresultaten kunnen worden gebruikt om de uitgangspunten te staven en verder te verfijnen (afhankelijk van provincie, bedrijfsgrootte en jaar).

In Hoogeveen (2002) wordt een model beschreven dat met behulp van een aantal parameters het beweidingssysteem van een bedrijf bepaalt. Dit model wordt nog niet gebruikt voor de nationale berekeningen.

Binnen het BedrijvenInformatieNet (BIN) van het LEI wordt het beweidingssysteem geïnventariseerd, ook deze gegevens zijn bruikbaar. Voor de WUM-cijfers voor 2002 is voor het eerst gebruik gemaakt van beweidinginformatie uit het BIN.

2.20 Bedrijfsgegevens per vestiging i.p.v. per eigenaar

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 32) wordt gesignaleerd dat steeds meer landbouwbedrijven verschillende vestigingen hebben, waardoor een vertekend beeld kan ontstaan bij de toedeling van excretie en emissies aan regio's. Er wordt dan ook aanbevolen om in de landbouwtelling hiermee rekening te houden. Het CBS berekent de mestproductie op basis van de aantallen dieren bij de jaarlijkse landbouwtelling. Bij de verwerking van de landbouwtelling worden alle gegevens van een landbouwbedrijf (arbeidskrachten, dieren, gewasoppervlakten etc.) toegerekend aan de gemeente waarin het landbouwbedrijf is gevestigd, ongeacht of deze gewassen of dieren zich werkelijk in die gemeente bevinden of niet (toelichting op www.cbs.nl/statline).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Wellicht dat het met het GIAB-bestand (Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven) wel mogelijk is een dergelijke koppeling te leggen.

Ook in het Vragender-project (Smits, 2002b) is naar voren gekomen dat in de praktijk de vee-stapel van een bedrijf geregistreerd wordt voor de hoofdvestiging, maar feitelijk gesitueerd kan zijn in de hoofdvestiging óf een nevenvestiging. Hierdoor kan een vertekend beeld ontstaan, bijv. bij de berekening van de ammoniakemissie per grid (zie § 9.3). Naar verwachting komt dit effect met name in de concentratiegebieden voor.

3 Stal en buitenopslag

3.1 Inleiding

De ammoniakemissie uit de stal wordt berekend op basis van de stikstofexcretie en vervluchtigingsfactoren voor stalsystemen. Deze vervluchtigingsfactoren zijn afhankelijk van de diercategorie en het stalsysteem (Van der Hoek, 2002a; 23 en Steenvoorden et al., 1999; 43). De voorgestelde verbeteringen in Steenvoorden et al. (1999; 132) bestaan uit aanpassingen van vervluchtigingspercentages op grond van metingen en uit een grondige herziening van de berekeningsmethodiek door rekening te houden met factoren als temperatuur, windsnelheid, vervuild oppervlak, ureumhoeveelheid en -concentratie.

De coördinator van het betreffende hoofdstuk in Steenvoorden et al. (1999) was G.J. Monteny (Agrotechnology & Food Innovations, v/h IMAG).

3.2 Herziening VP-stal o.b.v. metingen en gem. N-concentr.

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 50) wordt aanbevolen om de vervluchtigingspercentages voor bepaalde stalsystemen (m.n. voor melkveestallen) aan te passen op basis van verschillen tussen de gebruikte rekenmethodiek en emissieonderzoekresultaten. Met ingang van de Milieubalans 1999 zijn de vervluchtigingspercentages voor rundvee aangepast (Van der Hoek, 2002b; 23). In Steenvoorden et al., 1999 werd ook aanbevolen om het vervluchtigingspercentage voor de mestbandbatterij met extra droging en voor stalsystemen met grondhuisvesting en voliëresystemen aan te passen. De aanbeveling voor de mestbandbatterij met extra droging was tot 2003 nog niet overgenomen omdat dit systeem nog weinig voorkomt (Van der Hoek, 2002b; 23), m.i.v. de Milieubalans 2003 is dit wel het geval. De aanbeveling voor de andere pluimveesystemen is tot 2001 niet overgenomen omdat beide systemen bij de berekeningen onder dezelfde categorie vallen en het daarbij gebruikte vervluchtigingspercentage gemiddeld redelijk overeenstemt. Met ingang van de Milieubalans 2001 is de vervluchtigingsfactor verhoogd vanwege de penetratiegraden van deze stalsystemen (Van der Hoek, 2002b; 24). Op basis van nieuwe inzichten over de stalemissie van vleeskuikens is de bijbehorende vervluchtigingsfactor verhoogd (m.i.v. Milieubalans 2001; Van der Hoek, 2002b; 25)

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

3.3 VP voor rundvee-zoemermest en -wintermest

Evaluatie: Rundveemest komt 's zomers voor een deel in de stal terecht, de samenstelling van de zoemermest verschilt van de wintermest en de opslagcondities zijn anders. Daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 132) aanbevolen om op basis van beschikbare gegevens vervluchtigingspercentages voor de zomer en voor de winter af te leiden. Met ingang van de Milieubalans 1999 is de vervluchtigingsfactor uitgesplitst naar de winter- en de zomerperiode. De factor voor de zomer was ruim 2 procentpunten hoger met ingang van de Milieubalans 1999 en bijna 5 procentpunten vanaf de Milieubalans 2001 (Van der Hoek, 2002b; 23). Voor de Milieubalans

2003 zijn de vervluchtigingspercentages herzien op basis van de ureumgehaltes (pers. mededeling Van der Hoek, 2003). Daarnaast is het percentage mest dat 's zomers in de stal terechtkomt regio-afhankelijk gemaakt (zie ook § 2.19).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: In de Regeling ammoniak en veehouderij van het Ministerie van VROM worden voor rundvee aparte emissiefactoren onderscheiden bij beweiden en bij permanent opstallen. De maximale emissiefactor voor de stalemissie is 9,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar bij beweiden en 11,0 bij permanent opstallen (www.infomil.nl, d.d. 25 maart 2003).

3.4 VP jaarsafhankelijk van N-gehalte per staltype

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 132) wordt aanbevolen om de vervluchtigingspercentages per staltype jaarafhankelijk vast te stellen, immers de vervluchtiging is afhankelijk van het stikstofgehalte in mest en dat gehalte kan per jaar variëren. Deze aanbeveling is nog niet overgenomen voor de berekening van de nationale emissies.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Deze aanbeveling is alleen zinvol als de N-excretie ook wordt opgesplitst in TAN en overig N (zie § 2.14).

3.5 Maandspecifieke VP's voor stallen

Evaluatie: De ammoniakemissie is afhankelijk van de temperatuur; als de temperatuur oploopt, dan neemt de emissie toe. Daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 51) aanbevolen om hiermee rekening te houden, met name bij melkvee zou de emissiefactor voor jaarrond hoger moeten liggen dan voor de stalperiode (zie ook § 3.3). Volgens Van der Hoek (2002b; 20) is de vervluchtigingsfactor niet maandspecifiek.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Ook in Oenema et al. (2000; 45) wordt vermeld dat de emissie temperatuursafhankelijk is en dat de ammoniakemissie mede daardoor sterk kan variëren. Er worden geen maandspecifieke vervluchtigingspercentages gegeven. Er is een pilot-studie uitgevoerd om te bekijken hoe ammoniakemissies per maand berekend kunnen worden. Echter, de rapportage¹ is niet openbaar.

¹ D. Oudendag, H. Leneman & H. Luesink, 2001. Ammoniakemissie: van jaar naar maand. LEI-notitie 01.01

3.6 Invloedsfactoren bij NH₃-emissie

Evaluatie: Een verdere verfijning van de ammoniakemissieberekeningen moet mogelijk zijn op basis van onderzoeksresultaten naar de verbanden tussen ammoniakemissie enerzijds en omgevingsfactoren (pH, luchtsnelheid, emitterend oppervlak, bevuild oppervlak per dier, vloertype, veevoeding, ...) en stikstof fracties anderzijds (Steenvoorden et al.; 51, 133). Zoals aangegeven in Van der Hoek (2002b; 20) worden de staltypen niet verder onderverdeeld naar omgevingsfactoren en worden de stikstof fracties niet onderscheiden (zie ook § 2.14).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: In 2000 heeft de commissie 'Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen' voorstellen gedaan voor emissiepercentages afhankelijk van het staltype (Oenema et al., 2000). Hierbij zijn de relevante processen en controlerende factoren bij gasvormige stikstofverliezen (waaronder ammoniak) uitvoerig beschreven. Bij melkvee zijn verschillende factoren nader onderzocht:

- Het voer (Smits et al., 2002a, Van Duinkerken et al., 2003, Jongma, 2003, zie ook hoofdstuk 2): door een verlaging van het N-surplus in het voer wordt de ureumconcentratie (g/l) in de urine lager; daarmee wordt de ammoniakemissie ook lager omdat de ammoniakemissie bij rundvee vooral ontstaat uit ureum. De ureumconcentratie van de urine is gerelateerd met het ureumgehalte van de tankmelk. Omdat het tankmelkureumgehalte bekend is, biedt dit een sturingsmogelijkheid voor verlaging van de ammoniakemissie door voedingsmaatregelen. De praktische mogelijkheden zijn afhankelijk van de grondsoort en de MINAS-druk (Smits et al., 2002a; 29). De Commissie van Deskundigen Mest- en Ammoniakproblematiek in Nederland concludeerde begin 2003 dat er nog te weinig wetenschappelijke onderbouwing is om op basis van tankmelkureumgehalten uitspraken te doen over de N-excretie en de ammoniakemissie op melkveebedrijven (zie ook discussie in § 2.13). Uit onderzoek is het relatieve effect van het tankmelkureumgehalte op de ammoniakemissie gebleken, het absolute effect is lastiger te kwantificeren omdat met name de ventilatie ook veel invloed heeft. Bij de effecten van voedingsmaatregelen zou, naast de ureumconcentratie, ook de urineproductie goed bekeken moeten worden. Uiteindelijk moet de relatie tussen voerfactoren en de ammoniakemissie worden beschreven.
- Het beweidingssysteem (Monteny et al., 2001, Smits et al., 2002a, zie ook hoofdstuk 5): de ammoniakemissie bij melkvee is sterk afhankelijk van het beweidingssysteem (zie ook § 2.19 en § 3.3), bij beweiding is de emissie lager. In Monteny et al. (2001) wordt de afhankelijkheid van de emissie van het beweidingssysteem en het ureumgehalte van de melk beschreven, hiermee wordt het misschien mogelijk om de relatie tussen beweidingssysteem en ammoniakemissie te beschrijven. Bij beweiding is sturing via het voer lastiger.
- Het stalsysteem (Monteny et al., 2001; Huis in 't Veld et al., 2003): de ammoniakemissie bij grupstallen is lager dan bij ligboxenstallen, er zijn emissie-arme systemen voor ligboxen stallen ontwikkeld, bijv. een ligboxenstal met een sleufvloer geeft een 20% lagere emissie. In de

Milieubalans-berekeningen worden grupstallen en ligboxenstallen onderscheiden, echter met dezelfde vervluchtigingsfactor (Van der Hoek, 2002b; 20).

Bij varkens en pluimvee is vooral onderzoek gedaan naar het stalsysteem als bepalende factor voor de ammoniakemissie. In Oenema et al. (2000) wordt een uitgebreide classificatie van stalsystemen en bijbehorende emissiefactoren gegeven. Er zijn resultaten van stalemissiemetingen beschikbaar bij uiteenlopende stalsystemen (www.stalemissies.nl). De spreiding in emissies bij een zelfde stalsysteem kan vrij groot zijn (Groot Wassink, 2003). Daarom zou ook het management als bepalende factor meegenomen moeten worden, al is het vooralsnog onduidelijk welke bedrijfsgegevens hiervoor gebruikt kunnen worden.

In verschillende onderzoeken wordt de behoefte aan meer meetgegevens genoemd om de modelering van de emissiefactoren verder uit te kunnen werken.

3.7 Voorkomen gangbare en emissie-arme staltypen

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 139) wordt aanbevolen om jaarlijks informatie te verzamelen over het voorkomen van de verschillende staltypen. Bij de landbouwtelling van 2000 zijn de stalsystemen bij melkkoeien geïnventariseerd, bij de landbouwtelling van 2001 de huisvestingsystemen bij varkens en bij de landbouwtelling van 2002 de stalsystemen voor leghennen (zie www.cbs.nl/statline). Deze landbouwtellingresultaten zijn gebruikt voor de berekening van de nationale emissies. Het is de bedoeling om in de landbouwtelling voor 2004 voor alle diersoorten naar het stalsysteem te vragen.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Ook in De Mol & Hilhorst (2003; 73) wordt de behoefte aan meer informatie over het voorkomen van stal- en opslagsystemen (voor de berekening van de ammoniak- en broeikasgasemissies) aangegeven.

4 Mesttoediening

4.1 Inleiding

De rekenmethodiek bij de emissie bij mesttoediening is gebaseerd op vervluchtigingspercentages bij verschillende mesttoedieningstechnieken (Steenvoorden et al, 1999; 65-73). In § 9.2.3 van Steenvoorden et al. (1999) worden enkele korte-termijn- en enkele lange-termijn-aanbevelingen voor verbetering van de rekenmethodiek gegeven.

De coördinator van het betreffende hoofdstuk in Steenvoorden et al. (1999) was J.F.M. Huijsmans (Agrotechnology & Food Innovations, v/h IMAG).

4.2 Herziening VP-uitrijden o.b.v. metingen en correcties

Evaluatie: De aanbeveling in Steenvoorden et al. (1999; 137) om de vervluchtigingspercentages bij uitrijden te herzien op basis van metingen en een praktijk-correctie is overgenomen (Van der Hoek, 2002b; 39). De vervluchtigingspercentages zijn, m.i.v. de Milieubalans 1999, gebaseerd op de emissiegegevens volgens Steenvoorden et al. (1999; 67) opgehoogd met 15% om verwachte hogere emissies in de praktijk (het effect van richting wisselen, aan- en afkoppelen enz.) te verdisconteren. De vervluchtigingsfactor voor oppervlakkige toediening was 50% tot en met jaar 1990 en is 68% voor de jaren 1991 en daarna (Van der Hoek, 2003b; 39). Hiermee wordt het effect van het uitrijverbod (meer in het relatief warmere groeiseizoen) meegenomen.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: De emissiegegevens volgens Steenvoorden et al. (1999) dienen nog gedeeltelijk aangepast te worden aan de statistische resultaten volgens Huijsmans et al. (2001 en 2003) en Huijsmans (2003). Deze actualisatie van de gemeten emissies en een onderbouwde praktijkcorrectie is nog niet toegepast.

4.3 Maandspecifieke VP's voor uitrijden

Evaluatie: De emissie bij uitrijden wordt sterk beïnvloed door de weersomstandigheden. Daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 133) aanbevolen om maandspecifieke vervluchtigingspercentages te gebruiken. Deze aanbeveling is nog niet overgenomen: "Bij een toekomstige herziening van de vervluchtigingsfactoren dienen ondermeer de meteocondities tijdens de proefveldmetingen vertaald te worden naar de gemiddelde meteocondities zoals die plaatsvinden tijdens toediening onder praktijkomstandigheden." (Van der Hoek, 2002b; 39)

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Een inschatting van maandspecifieke vervluchtigingspercentages kan worden afgeleid uit Huijsmans et al. (2001, 2003).

4.4 VP afhankelijk van grondsoort en N-gift

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 133) wordt aanbevolen om de relaties vast te stellen tussen de vervluchtigingspercentages enerzijds en de grondsoort en de N-gift per hectare anderzijds, om de emissiemodellering verder te verbeteren. De momenteel gebruikte vervluchtigingspercentages zijn onafhankelijk van de grondsoort en N-gift (Van der Hoek, 2002a; 44).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: De factoren grondsoort en mestgift zijn opgenomen in modellen voor de ammoniakemissie bij grasland en bouwland (Huijsmans et al., 2001 en 2003, Huijsmans, 2003), deze modellen worden verder besproken in de volgende paragraaf. De gegevens van Huijsmans et al. zijn opgenomen in BBPR (Handleiding; 2001).

4.5 Invloedsfactoren bij NH₃-emissie (weer/gewas)

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 133) wordt ook aanbevolen om wiskundige verbanden af te leiden tussen emissies enerzijds en factoren als temperatuur, windsnelheid, neerslag, N-dosering, gewas en grondsoort anderzijds. Dergelijke verbanden worden nog niet gebruikt bij de emissieberekeningen.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: De emissie bij toediening wordt bepaald door het hoe, wanneer, welke techniek en de mestamenstelling. Bij bouwland is tevens van belang de verdeling over in één werkgang (injectie) of over twee werkgangen (hoe snel volgen de gangen elkaar op) van belang; in het geval van twee werkgangen is ook de arealgrootte een bepalende factor (Huijsmans & De Mol, 1999). Het wanneer bepaalt de weersomstandigheden en is afhankelijk van het uitrijverbod:

- grasland: uitrijden toegestaan van februari-september;
- bouwland op zand: idem;
- bouwland op klei: geen uitrijverbod, veelal uitrijden in najaar (september-november).

In de Milieubalans-berekeningen wordt wel rekening gehouden met het uitrijverbod en de uitrijtechnieken, maar nog niet met de effecten hiervan op de omstandigheden en daarmee de ammoniakemissie.

De invloedsfactoren bij NH₃-emissie voor bouwland zijn succesvol gemodelleerd (Huijsmans et al., 2003); voor grasland is een aanzet gemaakt maar de resultaten zijn nog niet naar tevredenheid (Huijsmans et al., 2001). Een compleet overzicht van de kennis over de ammoniakemissie bij mesttoediening is te vinden in Huijsmans (2003).

Voor de vele emissiemetingen in Europa is een simpel model beschreven in (ALFAM-project; Søggaard et al., 2002), waarin de effecten van weer en mest zijn beschreven voor met name bovengronds uitrijden. Voor grasland kan dit model worden toegepast met verdiscontering van emissiereductiepercentages voor het effect van technieken, zoals bepaald door Huijsmans et al. (2001 en 2003), deze rekenwijze wordt gebruikt in het Vragender-project, zie Smits et al. (2002b).

4.6 Gebruik soorten uitrijapparatuur dierlijke mest

Evaluatie: Naar aanleiding van de aanbeveling in Steenvoorden et al. (1999; 139) om jaarlijks informatie te verzamelen over het gebruik bij uitrij-apparatuur, is de gebruikte verdeling van mest over toedieningstechnieken aangepast. Zoals beschreven in Van der Hoek (2002a; 37-42) zijn de resultaten van een CBS-enquête (Landbouwtelling) uit 1995 anders geïnterpreteerd omdat uit overleg van deskundigen bleek dat sommige vragen verkeerd zijn begrepen, bijv. 'mestinjectie op grasland' is omgezet in 'zodenbemester op grasland'. De verdeling over toedieningstechnieken per regio is op deze manier aangepast.

In 1998 hebben IKC-Landbouw, CUMELA en DLV de verdeling over toedieningstechnieken bij grasland geïnventariseerd (Van der Hoek, 2002a). Deze enquête bevat geen regiospecifieke informatie, zodat een bijstelling van de resultaten uit 1995 slechts in beperkte mate mogelijk was.

Voor de Milieubalans 2001 en 2002 is gebruik gemaakt van de resultaten van de landbouwtelling waarbij vragen gesteld werden over het gebruik van mesttoedieningstechnieken (Van der Hoek, 2002b, 38). Dit resulteerde in een verdeling over toedieningstechnieken afhankelijk van de mest-regio.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Het is niet duidelijk of de verdeling over toedieningstechnieken nog actueel is. Met name het soort gebruik van een techniek moet bekend zijn. Bovendien kan door weersomstandigheden het gebruik per jaar variëren. Mogelijk dat het gebruik nog verandert door verdere aanscherpingen van de regelgeving.

5 Beweiding

5.1 Inleiding

Bij beweiding zijn er ammoniakverliezen, in hoofdstuk 5 van Steenvoorden et al. (1999) wordt de huidige rekenmethodiek beschreven en worden aanbevelingen voor verbetering gedaan.

De coördinatie bij dit hoofdstuk was in handen van F.J. de Ruijter en H.G. van der Meer (Plant Research International, v/h AB-DLO).

5.2 VP-beweiding afhankelijk van grondsoort

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (199; 134) wordt aanbevolen om het vervluchtigingspercentage bij beweiding afhankelijk te maken van de grondsoorten klei, veen en zand. Dit zou mogelijk zijn op basis van de beschikbare literatuur en een verdere experimentele onderbouwing. In Van der Hoek (2002b; 26) wordt verantwoord waarom vooralsnog geen onderscheid naar grondsoort is gemaakt: "De reden is dat de wetenschappelijke basis te smal is om, uitgaande van veldmetingen op klei en veen, een specifieke (hogere) vervluchtigingsfactor voor zand te berekenen. Verder literatuuronderzoek en veldmetingen zijn nodig om grondsoortspecifieke vervluchtigingsfactoren vast te stellen."

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Het is niet waarschijnlijk dat er meer bruikbare literatuur te vinden is.

In het MAM-model (Groenwold et al., 2002; 37) is de ammoniakemissie bij beweiding als parameter afhankelijk van de diersoort, stalsysteem en rantsoen, maar onafhankelijk van de grondsoort (en/of regio).

5.3 VP-beweiding afhankelijk van intensiteit N-excretie

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 134) wordt aanbevolen om het vervluchtigingspercentage bij beweiding afhankelijk te maken van de intensiteit (kg/ha) van de N-excretie in de weide. Hiervoor geldt hetzelfde als is de vorige paragraaf, in de landelijke berekeningen wordt gewerkt met één vast vervluchtigingspercentage bij beweiding, ongeacht de intensiteit van de N-excretie.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Deze aanbeveling is gebaseerd op onderzoek van Bussink (1996) waarin een verband werd gevonden tussen de stikstofgift (kg N/ha) en het vervluchtigingspercentage bij beweiding. Het is echter niet vanzelfsprekend dat dit verband geëxtrapoleerd mag worden naar lagere kunstmestgiften; hiervoor is extra onderzoek nodig.

5.4 Invloedsfactoren bij NH₃-emissie

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 134) wordt ook aanbevolen om onderzoek te doen naar factoren die van invloed zijn op de ammoniakemissie bij beweiding. Dit omvat o.a. onderzoek naar het effect van grondsoort (zie § 5.2) en de intensiteit van de N-excretie (§ 5.3). Bij de landelijke berekeningen wordt gewerkt met één vast vervluchtigingspercentage bij beweiding.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Een overzicht van de beschikbare literatuur over de ammoniakemissie bij beweiding is te vinden in Oenema et al. (2000; 61-62) en in Smits et al. (2002a; 10-11). Hierin wordt verwezen naar onderzoeksresultaten van voor 1999, recenter relevant onderzoek is niet beschikbaar. In Smits et al. (2002a en 2003) wordt verwezen naar Bussink (1996) voor een kwantificering van het effect van N-excretie en de grondsoort op de ammoniakemissie bij beweiding. Een belangrijke factor kan ook de ureumconcentratie zijn (in relatie tot ureumuitscheiding en urinevolume). Relevant onderzoek op dit gebied vindt plaats binnen het Koeien&Kansen-project (zie bijv. Oenema et al., 2003).

Net zoals in § 3.6 geldt ook hier dat de ureumconcentratie en de urineproductie bepalende factoren voor de ammoniakemissie kunnen zijn.

6 Gewassen

6.1 Inleiding

In Steenvoorden et al. (1999; 89-91) worden ook gewassen aangeduid als mogelijke emissiebron. Een gewas kan zowel ammoniak opnemen (depositie) als aan de atmosfeer afstaan (emissie). De richting en de mate van uitwisseling tussen gewas en atmosfeer is afhankelijk van de ammoniak- en ammoniumconcentratie in gewas en atmosfeer. Als de ammoniakemissie van gewassen substantieel is, dan kan dat het 'ammoniakgat' voor een deel verklaren, immers het niveauverschil tussen berekende en gemeten emissies wordt kleiner. Dat heeft dan effecten voor het beleid en voor het onderzoek.

De coördinator van dit hoofdstuk was F.J. de Ruijter (Plant Research International, v/h AB-DLO).

6.2 Invoeren resultaten deskstudie gewasemissie

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 138) wordt aanbevolen om de resultaten uit de deskstudie gewasemissie in te voeren in de berekeningsmethodiek van de landelijke emissie. Deze deskstudie is niet uitgevoerd omdat er geen financiering was. In de berekende landelijke emissie is ammoniakemissie door gewassen niet als post opgenomen.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Volgens de globale beschrijving in Smits et al. (2002b; 14) van de ammoniakprocessen in de atmosfeer, kan een deel van de ammoniakdepositie onder bepaalde omstandigheden weer verdampen (re-emissie). Bij grasland is bij de emissiefactoren wel rekening gehouden met een eventuele gewasemissie omdat ze gebaseerd zijn op volveldse metingen, waarin ook eventuele gewasemissie is opgenomen. Voor bouwland zijn geen gegevens beschikbaar (hiervoor was de deskstudie bedoeld).

7 Mestlogistiek

7.1 Inleiding

De mestlogistiek is op zich geen emissiebron, maar zij heeft wel veel invloed op de berekende ammoniakemissie. De berekende ammoniakemissie is afhankelijk van de bestemming van de mest, een andere berekening van de verdeling van mest binnen Nederland resulteert in andere ammoniakemissies. Het Mest- en Ammoniakmodel (MAM) van LEI berekent de verdeling van mest op bedrijfsniveau, regionaal niveau en nationaal niveau. MAM berekent de omvang van de mestoverschotten, de benodigde verwerkingscapaciteit, de transportkosten en de ammoniakemissie (Groenwold et al., 2002). De mesttransporten worden berekend door minimalisatie (m.b.v. lineaire programmering) van de logistieke kosten. De ammoniakemissie gebeurt op zes plaatsen: mestproductie in stal, mestproductie in weide, mestbewerking, mestopslag, mestverwerking en mesttoediening.

Er zijn plannen voor een revisie van MAM (Verdouw & Luesink, 2004), vooral vanwege de starheid en de technische beperkingen van het huidige model.

De coördinator van het betreffende hoofdstuk in Steenvoorden et al. (1999) was M.W. Hoogveen (LEI).

7.2 Acceptatiegraden per mestregio

Evaluatie: De acceptatiegraden in MAM voor de plaatsing van bedrijfsvreemde mest werden vastgesteld voor drie mestregiotypes (overschotgebied, overgangsgebied en tekortgebied). In Steenvoorden et al. (1999; 134) wordt aanbevolen om de acceptatiegraden per mestregio vast te stellen. Deze aanbeveling is overgenomen, er zijn voor elk van de 31 mestregio's acceptatiegraden in te stellen (Groenwold et al., 2002; zie ook Luesink, 2002). De invulling van de acceptatiegraden per mestregio voor de Milieubalans 2000 en 2001 is te vinden in Van der Hoek (2002b, 34-35).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

7.3 Gebruiksnormen per mestregio

Evaluatie: De gebruiksnormen in MAM waren gebaseerd op de fosfaatnormen voor grasland, snijmaïsland en bouwland. In Steenvoorden et al. (1999; 134) wordt aanbevolen om mestgebruiksnormen per mestregio in te voeren, dit om het mogelijk te maken regionaal verschillende overschrijdingen van de wettelijke gebruiksnormen te simuleren. In de huidige versie van MAM (Groenwold et al., 2002) wordt gewerkt met mestnormen per gewas en mineraal, voor praktische berekeningen wordt gewerkt met de mineralen fosfaat en stikstof (bij berekeningen voor de Milieubalans wordt alleen met een mestnorm voor fosfaat gewerkt in de veronderstelling dat de verliesnorm voor stikstof nog niet beperkend is). Sinds de invoering van MINAS zijn er geen normen voor fosfaat en/of stikstof, maar verliesnormen. De gebruikte fictieve mestnorm in MAM is gebaseerd op de verliesnorm plus de gewasafvoer. In Van der Hoek (2002b, 26-32) is

beschreven hoe er vanaf de Milieubalans 2000 is gerekend met een overschrijding van de verliesnorm voor concentratiegebieden, de fictieve fosfaatgebruiksnormen zijn ingevuld per mestregio.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

7.4 Kosten transport en kunstmest jaarlijks actualiseren

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 135) wordt aanbevolen om de kosten van kunstmest en van mesttransport jaarspecifiek vast te stellen. Deze kosten zijn invoerparameters voor MAM (Groenwold et al., 2002). Uit de literatuur is niet duidelijk welke kostenparameters zijn gebruikt bij de actuele berekeningen met MAM. Naar verluid (pers. mededeling M.W. Hoogeveen) komen de kosten voor transport uit Van Horne et al. (1995) en zijn de kunstmestprijzen afgeleid uit resultaten van het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Recentere prijsgegevens voor mesttransport zijn wel opgenomen in De Mol & Hilhorst (2003).

7.5 Normoverschrijding weidemest mogelijk maken

Evaluatie: Bij de berekening van de mestafzet op het eigen bedrijf wordt weidemest als eerste aan grasland toegewezen, normaliter zal dit mogelijk zijn binnen de toedieningsnormen voor grasland. In Steenvoorden et al. (1999; 135) wordt aanbevolen om de correctie van normoverschrijding met weidemest ongedaan te maken. Het effect op de nationale ammoniakemissie is verwaarloosbaar, maar het sluit beter aan bij de praktijk en neemt de schijn van gegevensmanipulatie weg. Volgens de beschrijving van het MAM-model in Groenwold et al. (2002) wordt het restant van de weidemest, dat niet binnen de toedieningsnormen kan worden afgezet, geteld als stalmest.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Toepassing van deze aanbeveling zal vooral effecten hebben voor intensieve melkveebedrijven. Het lijkt er echter op dat in de praktijk vooral de grote intensieve bedrijven kiezen voor zomerstalvoeding (zie bijv. Keuper & Kingmans, 2002). Daardoor wordt op die bedrijven de norm niet overschreden, de rekenregels in MAM lijken dus aan te sluiten op de praktijk. Ook in Hoogeveen (2002) wordt geconstateerd dat normoverschrijding van weidemest niet of maar in zeer beperkte mate voorkomt.

In het model CLEAN (Van Tol et al., 2002; 28-29) wordt wel alle weidemest geplaatst ook als dat boven de norm voor grasland is.

7.6 Aanpassen rekenregels mesttransport aan MINAS

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 135) wordt aanbevolen om de rekenregels aan te passen aan MINAS. Door de invoering van MINAS wordt de toediening van mest niet langer expliciet beperkt door de fosfaatnormen maar impliciet door de verliesnormen voor fosfaat en stikstof in combinatie met de afvoer door het gewas. In MAM wordt nog gerekend met mestnormen per gewas en mineraal (fosfaat en stikstof). Deze fictieve mestnormen worden buiten het model vastgesteld op basis van de verliesnormen en de onttrekking, en zijn onderdeel van de modelinput. Voor de ammoniakemissieberekeningen wordt alleen gewerkt met fictieve fosfaatnormen omdat de verliesnorm voor stikstof niet limiterend is (Van der Hoek, 2002b; 27).

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Het model INITIATOR (De Vries et al., 2001) kan worden gebruikt om stikstofplafonds te berekenen op basis van o.a. de MINAS-verliesnorm. Hiermee kunnen dus stikstofnormen worden berekend op basis van de MINAS-normering.

Het model FARMMIN is ontwikkeld om voor graasveebedrijven de stikstof- en fosfaatgiften op gras- en snijmaïsland te berekenen voor verschillende MINAS-normen. Deze giften kunnen vervolgens worden gebruikt als mestnormen (Schoumans et al., 2002; 29-30). De mestmodule in FARMMIN berekent de excretie van N en P in de stal en de weide, de verdeling van N over feces en urine, de N-verliezen daaruit door gasvormige emissies en de hoeveelheid drijfmest-N en -P die uiteindelijk voor de gewassen beschikbaar is. Bij de Evaluatie van de Meststoffenwet 2002 (Schoumans et al., 2002) is FARMMIN gebruikt om ten behoeve van berekeningen met STONE de N-giften op gras- en maïsland te berekenen voor verschillende typen graasveebedrijven bij verschillende MINAS-normen. Overigens blijkt bij FARMMIN-berekeningen dat de stikstofverliesnorm wel degelijk limiterend kan zijn (bij strengere normen dan de huidige).

Eind 2003 is duidelijk geworden dat Nederland het mestbeleid moet aanpassen, omdat het Europese Hof van Justitie heeft geoordeeld dat de MINAS-methodiek ontoereikend is. Daarom zal Nederland omschakelen van verliesnormen (terug) naar gebruiksnormen. Sommige aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) zijn daarmee minder relevant geworden.

7.7 Mesttransport tussen regio's o.b.v. mestbank-gegevens

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 138) wordt aanbevolen om onderzoek te doen naar de wenselijkheid om informatie over mesttransport tussen regio's, die nu uit modelberekeningen komen, te ontfemen aan gegevens van de Mestbank. De Stichting Landelijke Mestbank registreerde van 1987 tot 1997 de aan- en afvoer van dierlijke mest op basis van afleveringsbewijzen. Met ingang van 1998 is de registratie van de mestafleveringsbewijzen overgenomen door Bureau Hefingen. Het CBS gebruikt deze registraties om gegevens over transport van mest te rapporteren (Van Eerd & Heijstraten, 2002); de aanvoer en afvoer per gebied worden gerapporteerd (zie www.cbs.nl). De transportstromen tussen gebieden worden niet gerapporteerd. De CBS-resul-

taten zijn vergeleken met de MAM-resultaten (Groenwold et al., 2002; 50). Daaruit kwamen verschillen naar voren die in hoofdzaak zijn te herleiden tot het niet beschikbaar zijn van benodigde data en verschil in uitgangspunten: onder meer het uitscharen van vee, verwerking van mest tot champost voor de champignonteelt, transport naar particulieren (pers. mededeling H.H. Luesink). Slechts een klein deel van de verschillen werd veroorzaakt door de gebruikte methode. Hierbij wordt verwezen naar Luesink (1999), waarin is beschreven hoe de acceptatiegraden zijn vastgesteld voor de afzonderlijke jaren; de belangrijkste conclusies zijn dat incidenten (varkenspest, zeer nat najaar) een grote invloed hebben en dat er een gat van 20% is tussen het berekende transport en de waargenomen transporten op basis van afleveringsbewijzen. Kortom, informatie van de mestbank en Bureau Heffingen over mesttransporten is gebruikt om de modelberekeningen te toetsen; de informatie wordt niet gebruikt als alternatief voor de modelberekeningen.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

7.8 Analyse motieven mestgebruik in de akkerbouw

Evaluatie: Volgens Steenvoorden et al. (1999; 138) is het wenselijk om de motieven voor mestgebruik in de akkerbouw te analyseren. De afzet van mest wordt vanaf 2002 gereguleerd middel mestafzetcontracten, waarmee veehouders kunnen aantonen dat ze over voldoende mestplaat-singsruimte beschikken. In Van Staalduinen et al. (2001; 55-58) is beschreven hoe de verwachte tekenbereidheid van bedrijven met vrije toedieningsruimte (akkerbouw en extensieve graasdier-bedrijven, vollegrondsgroente- en bloembollentelers) is bepaald. Hiertoe zijn diepte-interviews met deskundigen in het veld gehouden en is beschikbare literatuur gebruikt. Ook in andere onderzoeken (Van Staalduinen et al., 2002, Middelkoop et al., 1997 en Smit et al., 2000) zijn de motieven voor mestgebruik in de akkerbouw geanalyseerd.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: De genoemde publicaties hebben feitelijk geen relatie met de berekening van de nationale ammoniakemissies, maar er is verondersteld dat de opgedane kennis wel wordt gebruikt bij die berekeningen.

7.9 Toetsen mestverdeling over gewassen binnen bedrijf

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 135) wordt aanbevolen om de huidige methodiek voor verdeling van mest over gewassen (binnen een bedrijf) aan de praktijk te toetsen. Dit in de veronderstelling dat de mest ongelijker dan aangenomen verdeeld wordt, hetgeen consequenties kan hebben voor de berekening van nitraatuitspoeling en ammoniakemissie. Bij de berekeningen van de mestafzet op het eigen bedrijf in MAM wordt gewerkt met vaste toewijsvolgorde, er zijn twee toewijsvolgordes: één voor overschotbedrijven en één voor bedrijven zonder mestoverschot (Groenwold et al., 2002; 31). Bij overschotbedrijven wordt standaard verondersteld dat de afzetkosten geminimaliseerd worden door de natste mest op het eigen bedrijf te plaatsen en droge mest af te voeren. Bij niet-overschotbedrijven wordt ook rekening gehouden met het effect van

mest op de gewassen (Luesink, 2002). Uit gegevens uit het Bedrijven-Informatienet worden acceptatiegraden per gewas afgeleid. Bij sommige gewassen, bijv. aardappelen, is de acceptatie meer dan 100%, terwijl op andere gewassen, bijv. granen, de acceptatie minder is. Op bedrijfsniveau wordt aan de norm voldaan.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: Meer informatie over het mestgebruik in de praktijk is te vinden in projectrapportages van onder andere het Koeien&Kansen-project (bijv. Den Boer et al., 2002) en het project Telen met Toekomst (o.a. Plant Research International; www.telenmettoekomst.nl).

7.10 Gevoeligheid MESTTV voor mesttransporten

Evaluatie: De aanbeveling in Steenvoorden et al. (1999; 139) om de gevoeligheid van het model MESTTV (tegenwoordig het optimalisatiegedeelte binnen MAM) voor mesttransporten te analyseren had een lage prioriteit omdat er geen aanwijzingen waren voor effecten op emissies. Wijzigingen in onder andere de kosten van transport en opslag, de marktprijs, de acceptatie van mest, de bemestingswaarde en de normeringen zouden invloed kunnen hebben op de ammoniakemissie en de bodembelasting. In Groenwold et al. (2002; 49) wordt vermeld dat deze gevoeligheidsanalyse nog niet is uitgevoerd.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

7.11 Invloed MESTTV-randvoorwaarden op regionale verdeling

Evaluatie: Ook de aanbeveling in Steenvoorden et al. (1999; 139) om de invloed van de randvoorwaarden in de lineaire programmering van MESTTV (nu MAM) op de regionale verdeling te onderzoeken had een lage prioriteit. Hierbij werd bedoeld op theoretische randvoorwaarden, zoals geen mesttransport naar een regio als in de tekorten kan worden voorzien door andere bedrijven in de regio. Het weglaten van deze beperkingen kan leiden tot lagere landelijke kosten voor de mestafzet, echter het effect op bodembelasting en ammoniakemissie is klein. Deze randvoorwaarden zijn ook opgenomen in de huidige versie van MAM (Groenwold et al., 2002; 25). In Groenwold et al. (2002; 49) wordt vermeld dat deze gevoeligheidsanalyse nog niet is uitgevoerd.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

8 Bemesting op bedrijfsniveau

8.1 Inleiding

In hoofdstuk 8 van Steenvoorden et al. (1999) wordt de berekening van de bemesting met dierlijke mest en kunstmest van gewassen op bedrijfsniveau behandeld. Bij deze berekening wordt eerst de dierlijke-mestgift berekend en daarna, op basis van de werkzaamheid van de dierlijke mest, de kunstmestgift. Deze berekening is op zich geen emissiebron, maar zij heeft wel veel invloed op de berekende ammoniakemissie. Deze berekeningen zijn ook onderdeel van het MAM-model (zie vorige hoofdstuk).

Bij het opstellen van de aanbevelingen van Steenvoorden et al. (1999) was de verwachting dat het stofstromenmodel voor bedrijfsspecifieke berekeningen gebruikt zou gaan worden. Verschillende aanbevelingen sluiten daar bij aan, met name voor wat betreft het kunstmestgebruik. Deze verwachting is niet uitgekomen, daardoor zijn sommige aanbevelingen minder relevant.

De coördinator van het betreffende hoofdstuk in Steenvoorden et al. (1999) was H. Leneman (LEI).

8.2 Herziening VP van N-kunstmest

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 135) wordt aanbevolen om het vervluchtigingspercentage van stikstofkunstmest te herzien door het gewogen gemiddelde van de vervluchtigingspercentages van diverse stikstofhoudende mengmeststoffen te nemen. Er werd gewerkt met een constant vervluchtigingspercentage van 2%; in Van der Hoek (2002a; 43) wordt aangegeven dat het vervluchtigingspercentage voor 1999 2,7% was, en voor 2000 2,6%. Deze percentages zijn gebaseerd op relatieve aandeel van de diverse typen stikstofkunstmest, zoals opgenomen in Bouwman et al. (1997).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

8.3 Extra gewasgroep: geen dierlijke, wel kunstmest

Evaluatie: Er wordt in Steenvoorden et al. (1999; 135) aanbevolen om een extra gewasgroep toe te voegen met gewassen die wel kunstmest krijgen maar geen dierlijke mest, omdat er o.a. in de glastuinbouw, op hoveniersbedrijven en op handelsgewassen wel kunstmest, maar geen dierlijke mest, wordt gebruikt. In MAM wordt gerekend met negen gewasgroepen: grasland, snijmaïs, aardappelen + opengrondstuinbouw, pootaardappelen + bieten, wintertarwe, overig bouwland, handelsgewassen + snelgroeiend hout, braakland en niet-getelde grond (Van Staaldunin, 2001; 51, 130, deze indeling is ook gebruikt voor de Milieubalans-berekeningen). Vergeleken met de beschrijving in Steenvoorden et al. (1999; 94) betekent dit een uitbreiding met de laatste drie gewasgroepen. Feitelijk is er geen gewasgroep waar wel kunstmest maar geen dierlijk mest wordt gebruikt, maar omdat op de gewasgroepen handelsgewassen + snelgroeiend hout en braakland

alleen maar mest wordt uitgereden wanneer het betreffende bedrijf een overschotbedrijf is, wordt op deze gewasgroepen vrijwel geen dierlijke mest uitgereden.

De glastuinbouw wordt bij de ammoniakemissieberekeningen niet meegenomen.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

8.4 Kunstmestgebruik splitsen binnen/buiten landbouw

Evaluatie: Enigszins gerelateerd aan de vorige aanbeveling, wordt in Steenvoorden et al. (1999; 136) ook aanbevolen om het nationale kunstmestgebruik te splitsen over landbouw, glastuinbouw en afzet buiten de landbouw (sportvelden, gemeentelijk groen, moestuinen, siertuinen). Daarna moet alleen de afzet binnen de landbouw gebruikt worden om het kunstmestgebruik in de berekeningen te iken. In Van der Hoek (2002a; 43) wordt aangegeven dat m.i.v. de Milieubalans 1999 het resultaat van de nationale kunstmeststatistiek is verminderd met het kunstmestverbruik in de glastuinbouw, alvorens het regionale kunstmestverbruik hierop af te stemmen. Bij de nationale kunstmeststatistiek wordt de afzet buiten de landbouw niet verrekend, omdat daar geen statistische gegevens van bekend zijn.

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: Wellicht kan de Nederlandse Kunstmest Federatie (NKF) informatie verschaffen over de verdeling van het kunstmestgebruik binnen en buiten de landbouw.

8.5 Landsdekkende berekening kunstmestgebruik

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 136) wordt aanbevolen om een methode te ontwikkelen waarbij een landsdekkend beeld van het gebruik van (individuele) kunstmeststoffen wordt afgeleid uit steekproefdata van registraties van kunstmestgebruik in het BIN. In MAM wordt de kunstmestgift berekend afhankelijk van de adviesgift en de werkzame dierlijke mestgift (Groenwold et al., 2002; 33-36). Deze kunstmestgiften worden gekalibreerd met de Informatienetgegevens. In het BedrijvenInformatieNet (BIN) zijn de kosten en de hoeveelheden aangekochte kunstmest geregistreerd. Hiermee wordt de kunstmestgift per regio, per gewas en mineraal berekend. In BIN is voor stikstof, fosfaat en kali het verbruik per gewas bekend. Er is geen rekenmethode voor het gebruik van de afzonderlijke meststoffen.

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

8.6 Aanpassen rekenregels kunstmestgebruik MINAS

Evaluatie: Men mag verwachten dat door de invoering van MINAS de mest bewuster wordt toegediend, daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 136) aanbevolen om de rekenregels hiervoor aan te passen. Deze aanpassing is impliciet in de MAM-berekeningen overgenomen. Bij de berekening van de mestafzet op het eigen bedrijf wordt het volume van het eventuele mest-

overschot geminimaliseerd, daartoe werd eerst alle mest toegewezen op basis van afnemend fosfaatgehalte (Steenvoorden et al., 1999; 96), in de huidige versie worden ook andere mineralen in de toewijzing meegenomen (Groenwold et al., 2002; 32). Verder zullen door de invoering van MINAS de adviesgiften voor bemesting aangepast zijn (zie § 8.5 en § 8.8).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: Voor bedrijfsspecifieke berekeningen lijkt MAM minder geschikt, bijv. voor graasveebedrijven waar de adviesgift niet gerealiseerd kan worden. Voor dergelijke berekeningen kan beter een bedrijfsmodel als FARMMIN (Schoumans et al., 2002) of BBPR (Handleiding; 2001) gebruikt worden.

8.7 Kunstmestgebruik per bedrijf en gewas

Evaluatie: Met de invoering van MINAS zijn in principe de registraties over het kunstmestgebruik per bedrijf beschikbaar, in Steenvoorden et al. (1999; 139) wordt daarom aanbevolen om het kunstmestgebruik per bedrijf niet langer af te leiden uit de BIN-data (zie § 8.5) maar te baseren op de MINAS-registraties. Zoals besproken in § 8.5 en § 8.6, wordt het kunstmestgebruik in MAM berekend op basis van de adviesgift en de werkzame dierlijke mestgift, gekalibreerd met regionale BIN-data. De MINAS-registraties worden dus nog niet gebruikt.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: Binnenkort zijn MINAS-gegevens per bedrijf beschikbaar, d.w.z. de totale aanvoer stikstof in andere meststoffen (bijvoorbeeld kunstmest) per bedrijf zonder onderverdeling naar gewassen. Deze gegevens kunnen wellicht gebruikt worden om de berekeningen te verbeteren, al kan het zijn dat deze gegevens van Bureau Heffingen te laat beschikbaar komen en dat daarom niet de meest actuele gegevens gebruikt kunnen worden.

8.8 Bemestingsadviezen actualiseren

Evaluatie: De berekende mestafzet is o.a. gebaseerd op de adviesgift voor bemesting, daarom wordt in Steenvoorden et al. (1999; 139) aanbevolen om de bemestingsadviezen te actualiseren en steeds de meest recente te gebruiken. De adviesgiften waren gebaseerd op officiële bemestingsadviezen van het Ministerie van Landbouw (CAD-BWB, 1986 en 1989, zie Steenvoorden et al., 1999; 117). Bij meer recente berekeningen is uitgegaan van de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" (Van Dijk, 1999).

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: Recentere officiële bemestingsadviezen zijn te vinden in de adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen op www.bemestingsadvies.nl.

9 Overige verbeteringen

9.1 Inleiding

De meeste aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) zijn gerelateerd aan een emissiebron (zie voorgaande paragrafen). Er is een restgroep met aanbevelingen die moeilijk zijn onder te brengen in deze indeling. Deze aanbevelingen worden hier besproken.

9.2 Mestproductie van paarden en pony's opnemen

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 136) wordt aanbevolen om de mestproductie van paarden en pony's op te nemen in de emissieberekeningen. Paarden en pony's vielen niet onder de fosfaatnormering en de verwerking van paardenmest tot champignoncompost zou goed in het model moeten worden ondergebracht. Paarden en pony's vallen niet onder de MINAS-regelgeving en worden niet meegenomen bij de berekening van de mestproductie door het LEI. De aantallen paarden uit de landbouwtelling zijn wel bekend bij het CBS (Monitor, 2002; 17), de excretie is niet opgenomen in Tamminga et al., 2000, maar wel in bijv. Kwantitatieve Informatie Veehouderij; de ammoniakemissie per dierplaats per jaar is opgenomen in de Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij.

Conclusie: De aanbeveling is niet overgenomen.

Discussie: De paarden en pony's bij hobbyboeren en particulieren worden niet meegenomen bij de landbouwtelling, daarom is het aantal uit de landbouwtelling een onderschatting.

9.3 NH₃-emissiedata per grid van 2,5×2,5 km

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 136) wordt aanbevolen om de ammoniakemissiegegevens niet per gemeente, maar per grid van 2,5×2,5 km te leveren. Hierdoor wordt informatieverlies door aggregatie en disaggregatie vermeden en het komt de correlatie tussen berekende en gemeten ammoniakconcentraties ten goede. In Van der Hoek (2002a; 15) wordt uitgelegd hoe de output van het MAM-model op gemeenteniveau door het RIVM bewerkt wordt naar grid-niveau (afhankelijk van het jaar en het onderdeel variërend van 500×500 m tot 5×5 km). Overigens is deze berekening op basis van de postcode en huisnummer van de veehouder, de locatie van de bijbehorende landerijen is niet bekend (vgl. § 2.20).

Conclusie: De aanbeveling is overgenomen.

Discussie: De ammoniakemissiegegevens zijn weliswaar per grid opgeleverd, maar de berekeningen zijn veelal gebaseerd op algemene aannames en niet op bedrijfsspecifieke parameters (zie aanbevelingen in voorgaande hoofdstukken). Dit geeft het risico van schijn nauwkeurigheid.

9.4 Integratie emissie- en depositiemodellering

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 138) wordt aanbevolen om de emissie- en depositie-modellering te integreren. Een nieuwe methodiek om de ammoniakemissie zowel ruimtelijk als in de tijd met een hoge(re) resolutie in te schatten, rekening houdend met details van de agrarische praktijk, is beschreven in Smits et al. (2002b). Deze methodiek wordt momenteel in de praktijk gebracht in een gezamenlijk project van Agrotechnology & Food Innovations, LEI en RIVM in Vragender (bij Winterswijk). De resultaten van dit project zijn nog niet beschikbaar voor de landelijke emissieberekeningen.

Het model STONE omvat zowel de emissie als de depositie van ammoniak (Schoumans et al., 2002). STONE is ontwikkeld door DLO (Alterra en Plant Research International), RIVM en RIZA. De aanbevolen integratie is hier dus mogelijk, er wordt bekeken of MAM als onderdeel van STONE kan worden ingezet (i.p.v. CLEAN).

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: Er is nog geen model beschikbaar dat op een integrale manier de emissie en depositie berekent, STONE legt de nadruk op depositie en MAM op emissie. Het model OPS (Van Jaarsveld, 1995) berekent de depositie op basis van de emissie.

9.5 Aantal dieren meitelling vergelijken met andere tellingen

Evaluatie: In Steenvoorden et al. (1999; 139) wordt aanbevolen om het aantal dieren in de landbouwtelling te vergelijken met die in andere tellingen en andere bronnen, vanwege geruchten dat het aantal dieren in de landbouwtelling niet representatief is. De landbouwtelling is een jaarlijkse integrale telling onder alle land- en tuinbouwbedrijven van meer dan 3 nge. (Nederlandse grootte-eenheid). De landbouwtelling is een momentopname. Voor de berekening van de mestproductie wordt er van uitgegaan dat het aantal hokken dat leeg staat tijdens de telling gelijk is aan het gemiddelde aantal hokken dat gedurende het jaar leegstaat. Voor grotere regio's is dit juist. Voor gemeenten met enkele (grote) bedrijven kan dit een te lage of te hoge berekende mestproductie opleveren (Van Eerdt & Heijstraten, 2002). Voor zover bekend zijn deze dieren aantallen niet vergeleken met andere bronnen, anders dan in Steenvoorden et al. (1999; 21). In jaren met dierziekte-uitbraken is wel gekeken of het aantal dieren in de Landbouwtelling spoort met andere tellingen. In 2001 is dat gedaan voor de MKZ-uitbraak en in 2003 gebeurt dat voor de volgelpest. De Landbouwtelling voor het jaar 2001 is daarom ook gecorrigeerd met gegevens uit andere bronnen. Voor de Landbouwtelling voor het jaar 2003 zal dat ook gaan gebeuren. Voor de arealen landbouwgrond is wel een vergelijking gemaakt met andere bronnenn. In Van der Hoek (2002a; 32-33) is beschreven hoe een vergelijking van de arealen van de landbouwtelling met de arealen van de Bodemstatistiek leidde tot een areaal 'niet-getelde' grond (150.000 hectare, grotendeels grasland).

Conclusie: De aanbeveling is deels overgenomen.

Discussie: In het kader van onderzoek voor de evaluatie van het mestbeleid vergelijkt het LEI momenteel de aantallen dieren in de Landbouwtelling met de registraties bij Bureau Heffingen. De definitieve resultaten komen waarschijnlijk in april 2004 beschikbaar.

10 Discussie en conclusies

In de voorgaande hoofdstukken zijn per emissiebron alle aanbevelingen doorlopen en is aangegeven of ze al dan niet zijn overgenomen. Een overzicht van de actuele status van alle aanbevelingen is opgenomen in tabel 2. De inhoud van deze tabel is hetzelfde is van tabel 1, alleen is nu met kleuren de status van elke aanbeveling aangegeven. De groene aanbevelingen zijn inmiddels overgenomen bij de berekening van de nationale emissies. De oranje aanbevelingen zijn deels overgenomen. De rode aanbevelingen zijn niet overgenomen, dit zal veelal gebeurd zijn door gebrek aan onderzoekscapaciteit. In Steenvoorden et al. (1999; 137) wordt een voorbehoud gemaakt dat de voorgestelde verbeteringen alleen kunnen worden doorgevoerd als er voldoende onderzoekscapaciteit beschikbaar is: "Het totaal van onderstaande werkzaamheden past niet binnen de geplande werkzaamheden en capaciteit?".

Bij de berekening van de N-excreties zijn vooral de aanbevelingen die aansluiten bij een benadering op bedrijfsniveau en die gericht zijn op een splitsing in TAN en overig N, nog niet overgenomen. Een modellering op bedrijfsniveau kan het mogelijk maken om beter aan te sluiten bij de specifieke omstandigheden, al zal moeten blijken of de benodigde gegevens hiervoor beschikbaar zijn. Het goed schatten van de productie, de gehalten en de consumptie van vers en geconserveerd gras en snijmaïs is cruciaal voor bedrijfs-, regionale en nationale berekeningen van de N-excretie, de hoeveelheid en de samenstelling van de mest, en de ammoniakemissies. Metingen/analyses en modelberekeningen (bijv. FARMMIN of BBPR) dienen daarbij naast elkaar gebruikt te worden. In dit verband is het ook zinnig dat er plannen zijn voor een nieuwe versie van MAM met een meer open structuur (Verdouw & Luesink, 2004), waardoor het makkelijker wordt om (externe) bedrijfsmodellen hieraan te koppelen. De resultaten bij aggregatie van bedrijfsberekeningen moeten in overeenstemming zijn met nationale berekeningen.

De splitsing van de N-excretie in TAN en overig N (en/of de splitsing in urine en feces) is sterk gewenst voor een beter inzicht in de oorzaken van ammoniakemissie. Dit is ook relevant bij de discussie over ammoniakemissiereductie door oftewel middelvoorschriften (o.a. emissie-arme mesttoediening) of door doelvoorschriften (via bijv. eiwit-arm voer in combinatie met bovengrondse mesttoediening), onder meer geïnitieerd door de milieucoöperatie Vel & Vanla (www.velvanla.nl).

Bij de berekening van de ammoniakemissies uit stal en buitenopslag en bij mesttoediening leeft ook de behoefte aan een meer bedrijfsspecifieke aanpak. Resultaten uit het onderzoek kunnen geïmplementeerd worden als de benodigde bedrijfsgegevens beschikbaar zijn. Ook hiervoor geldt dat een opener structuur van MAM zinvol is.

De aanbevelingen voor de berekening van de weide-emissie zijn nog niet overgenomen. De weide-emissie is een relatief kleine post, maar een betere onderbouwing is gewenst. Bijvoorbeeld in verband met de discussie over het al dan niet buiten lopen van koeien, en de effecten op het

Tabel 2 Overzicht van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) per emissiebron (kolommen) en prioriteit (rijen), als in tabel 1; bij elke aanbeveling is de status aangegeven: dubbel onderstreept = overgenomen, enkel onderstreept = deels overgenomen en niet onderstreept = niet overgenomen.

	§ 9.2.1 N-excreties	§ 9.2.2 stal en buitenopslag	§ 9.2.3 mesttoediening	§ 9.2.4 beweiding	§ 9.2.5 gewassen	§ 9.2.6 mestlogistiek	§ 9.2.7 bemesting op bedrijfsniveau	§ 9.2.8 overige verbeteringen
§ 9.4.1 verbete- ringen in 1999	<u>1\3 excretie melkvee splitsen in melk- koeien en jongvee</u> <u>2\1 WUM-excreties van melkvee voor twee regio's</u> <u>3\4 weideperiode vrouwelijk vleesvee als in WUM</u> <u>4\2 mestsoorten aggregeren o.b.v WUM i.p.v. forfaitair</u>	<u>6\1 herziening VP- stal o.b.v. metingen en gem. N-concentr.</u>	<u>7\1 herziening VP- uitrijden o.b.v. me- tingen en correctie</u>	<u>8\1 VP-beweiding afhankelijk van grondsoort</u> <u>9\2 VP-beweiding afhankelijk van intensiteit N-excretie</u>		<u>10\1 acceptatie- graden per mestregio</u> <u>11\2 gebruiks- normen per mest- regio</u> <u>12\3 kosten trans- port en kunstmest jaarlijks actualiseren</u> <u>13\4 normover- schrijding weidemest mogelijk maken</u>	<u>14\1 herziening VP van N-kunstmest</u> <u>15\2 extra gewas- groep: geen dierlijke wel kunstmest</u> <u>16\4 kunstmestge- bruik splitsen binnen /buiten landbouw</u>	<u>5\2 mestproductie van paarden en pony's opnemen</u> <u>17\1 NH₃-emissie- data per grid van 2,5x2,5 km</u>
§ 9.4.2 verbete- ringen in 2000	<u>8\5 afstemmen re- kenregels stal-weide bij melk- en vleesvee</u> <u>1\1' verbetering mineralgehalten vers weidegras</u> <u>2\2' verbetering opname vers weide- gras</u> <u>3\3' verbetering ge- wasopbrengst gras- land m.b.v modellen</u> <u>4\5' gebruik snij- mais o.b.v. productie en voorraad</u> <u>5\1" regionale ver- schillen mineralen- gehalten ruwvoer</u> <u>6\2" regionale ver- schillen mineralen- gehalten mengvoer</u> <u>7\3" regionale verschillen gebruik ruwvoer per dier</u>	<u>9\2 VP voor rund- vee-zoermerest en -wintermest</u> <u>9\3 VP jaarsafhan- kelijk van N-gehalte per staltype</u> <u>11\4 maand- specifieke VP's voor stallen</u>	<u>12\2 maand- specifieke VP's voor uitrijden</u>		<u>13\ invoeren resul- taten deskstudie gewasemissie</u>		<u>10\5 landsdekkende berekening kunst- mestgebruik</u>	

	§ 9.2.1 N-excreties	§ 9.2.2 stal en buitenopslag	§ 9.2.3 mesttoediening	§ 9.2.4 beweiding	§ 9.2.5 gewassen	§ 9.2.6 mestlogistiek	§ 9.2.7 bemesting op bedrijfsniveau	§ 9.2.8 overige verbeteringen
§ 9.4.3 aanvullend onderzoek	<p>2\1''' splitsing N-excretie in TAN en overig N</p> <p>2\2''' splitsing N-excretie over feces en urine</p> <p>3\2''' ureum-concentratie urine bij varkens</p> <p>3\3''' vervluchtiging percentage voor rundveefeces</p> <p>4' verbetering voederwaardebepaling vers weidegras</p>	1\ invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie	<p>1\1' VP afhankelijk van grondsoort en N-gift</p> <p>1\2' invloedsfactoren bij NH₃-emissie (weer/gewas)</p>	1\ invloedsfactoren bij NH ₃ -emissie		<p>4\5 aanpassen rekenregels mesttransport aan minas</p> <p>5\ mesttransport tussen regio's o.b.v. mestbank-gegevens</p> <p>6\6 analyse motieven mestgebruik in de akkerbouw</p> <p>7\7 toetsen mestverdeling over gewassen van bedrijf</p>	4\6 aanpassen rekenregels kunstmestgebruik minas	8\ integratie emissie- en depositiemodelering
§ 9.4.4 extra data-verzameling	<p>5\4'' verdeling rundvee-zoeremest (in de loop van jaren)</p> <p>3\ bedrijfsgegevens per vestiging i.p.v. per eigenaar</p>	2\ <u>voorkomen gangbare en emissie-arme staltypen</u>	1\ <u>gebruik soorten uitrijapparatuur dierlijke mest</u>				6\5 kunstmestgebruik per bedrijf en gewas	4\ <u>aantal dieren met telling vergelijken met andere tellingen</u>
§ 9.4.5 lage prioriteit						<p>1\ gevoeligheid mesttv voor mesttransporten</p> <p>2\ invloed mesttv-randvoorwaarden op regionale verdeling</p>	3\3 <u>bemestingsadviezen actualiseren</u>	

milieubeleid. De conclusie dat beperking van de weidegang tot een toename van de ammoniakemissie leidt (Minas, 2002; 147) kan dan beter gefundeerd worden.

De ammoniakemissie van gewassen kan het beste worden meegenomen bij de integratie van de emissie- en depositiemodellering (zie § 9.4).

De aanbevelingen voor de berekeningen van de mestlogistiek kunnen worden meegenomen bij de vernieuwing van het MAM-model (Verdouw & Luesink, 2004). Sommige aanbevelingen zijn minder relevant geworden: de aanpassing van MINAS lijkt minder urgent nu er gebruiksnormen komen in plaats van verliesnormen om aan de Europese Nitraatrichtlijn te voldoen. De normoverschrijding van weidemest lijkt in de praktijk amper voor te komen. De mogelijkheid om gegevens van Bureau Heffingen e.d. te gebruiken bij de berekeningen zou anders bekeken moeten worden.

De aanbevelingen voor de berekening van de bemesting op bedrijfsniveau sluiten deels aan bij die voor de N-excretie (meer bedrijfsspecifieke berekeningen), voor een deel zijn ze achteraf minder relevant omdat de verwachte vergrote inzet van het stofstromenmodel niet is uitgekomen.

De belangrijkste conclusie is dat het rapport van de commissie Steenvoorden heeft geleid tot een grotere bewustwording van de waarde van een goede vertaling van technische kennis in voor de rekenmethodiek van belang zijnde getallen (o.a. emissiefactoren). Dit heeft gaandeweg (bijv. voor de rekenexercities in het kader van de Milieubalans en Milieuverkenningen) geleid tot een intensiever contact tussen de instellingen die de berekeningen uitvoeren (LEI, RIVM) en de 'toeleverende' kennisinstellingen. Het resultaat hiervan is een redelijk brede consensus over de uitgangspunten en een minimale spraakverwarring.

Toch moet ook worden geconcludeerd dat een aantal aanbevelingen niet zijn overgenomen. Zo is de basis voor de rekenmethodiek nog steeds de stikstofexcretie door landbouwhuisdieren en bij gevolg de hoeveelheid stikstof die wordt opgeslagen. Aangezien de emissie van ammoniak vooral is gerelateerd aan de hoeveelheid minerale stikstof die in de uitwerpselen aanwezig is en niet aan de hoeveelheid totale stikstof (mineraal + organisch), dient hieraan nog aandacht te worden besteed. Dit is temeer van belang daar ook andere EU-lidstaten hun nationale ammoniakemissie reeds berekenen c.q. gaan berekenen op basis van minerale stikstofgehalte van mest. Voorts zijn een aantal voorgestelde verfijningen, onder andere gerelateerd aan veevoeding, stalsystemen en het weer (temperatuur), nog niet doorgevoerd. Het ontbreken van financiële middelen, het niet beschikbaar zijn van gedetailleerde invoerdata, technische problemen (programmeren, aanpassen invoerdata en rekenregels) en beperkte relevantie voor de praktijk zijn hiervoor de belangrijkste argumenten geweest.

Referenties

- Berge, H.F.M. ten, J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen & H.G. van der Meer, 2000. Nitrogen responses in grass and selected field crops; QUAD-MOD parameterisation and extensions for STONE-application. Plant Research International, Report 24.
- Biologische, 2000. Biologische veehouderij en management (Bioveem) : onderzoek en demonstratie op tien biologische melkveebedrijven.
- Boer, D.J. den, R.F. Bakker en W.N. Vergeer, 2002. Minder verliezen door betere benutting. Bemesting 'Koeien & Kansen' 1999-2001. Koeien & Kansen Rapport 13.
- Bouwman, A.F., D.S. Lee, W.A.H. Asman, F.J. Dentener, K.W. van der Hoek & J.G.J. Olivier, 1997. A global high-resolution emission inventory for ammonia. Global Biogeochemical Cycles 11(4)561-587.
- Bruggen, C. van, 2001. Dierlijke mest en mineralen 2001. CBS, www.cbs.nl.
- Bussink, D.W., 1996. Ammonia volatilization from intensively managed dairy pastures. PhD-thesis, Agricultural University Wageningen.
- Dijk, W. van, 1999. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. PAV, Publicatie nr. 95, maart 1999.
- Duinkerken, G. van, G. André, M.C.J. Smits, G.J. Monteny, K. Blanken, M.J.M. Wagemans & L.B.J. Šebek, 2003. Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal. PraktijkRapport Rundvee 25, Praktijkonderzoek Veehouderij.
- Eerdt, M. van & T. Heijstraten, 2002. Berekeningswijze en achtergronden bij de publicatie "Transport en gebruik van mest en mineralen". Thema-publicatie CBS, www.cbs.nl.
- Galama, P.J., A.G. Evers, G.J. Gotink, M.H.A. de Haan, C.J. Hollander, G.C.P.M. van Laarhoven & E.A.A. Smolders, 2002. Vee in balans; Versneld naar Minas-eindnormen (deel 2) * diermanagement (voeding, gezondheid) * graslandmanagement (beweiding). Koeien & Kansen; Pioniers duurzame melkveehouderij, Rapport 12. Praktijkonderzoek Veehouderij.
- Groenwold, J.G., D. Oudendag, H. Luesink, G. Cotteleer & H. Vrolijk, 2002. Het Mest- en Ammoniakmodel. LEI Rapport 8.02.03
- Groot Wassink, H., 2003. Variatie in ammoniakemissie uit vleesvarkenstallen. Afstudeerverslag Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie.
- Handleiding BBPR versie 8 (Algemeen), 2001. Praktijkonderzoek Veehouderij
- Hoek, K.W. van der, 2002a. Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1997 tot en met 1999 zoals gebruikt in de Milieubalans 1999 en 2000. RIVM, Bilthoven, rapport 773004012/2002.

- Hoek, K.W. van der, 2002b. Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief dataset landbouwemissies 1980-2001. RIVM, Bilthoven, rapport 773004013/2002.
- Hoogeveen, M.W., H. Leneman, 2001. Protocol berekening landelijk mestoverschot 2003. Reeks Milieuplanbureau 13, LEI
- Hoogeveen, M.W., 2002. Graslandgebruikssystemen in Nederland. LEI, Reeks Milieuplanbureau 11.
- Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, G. Cotteleer & K.W. van der Hoek, 2003. Ammoniakemissie 2010; Referentiescenario en effecten van bestaand beleid en mogelijk aanscherpingen. LEI Rapport 3.03.05, RIVM Rapport 680.000.001.
- Horne, P.L.M., P.J.W. ten Have, R. Hoste & P.J.L. Derikx, 1995. Energieverbruik en kosten van afzet en verwerking van mest. Onderzoekverslag 136, LEI-DLO, IMAG-DLO.
- Huis in 't Veld, J.W.H., M.C.J. Smits en G.J. Monteny, 2003. Ammoniakemissie uit melkveestallen van Koeien & Kansen bedrijven; meetresultaten van één korte meetperiode per bedrijf. K&K rapport in druk.
- Huijsmans, J.F.M. & R.M. de Mol, 1999. A model for ammonia volatilization after surface application and subsequent incorporation of manure on arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74, 73-82.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol & M.M.W.B. Hendriks, 2001. Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49 (2001) 323-342.
- Huijsmans, J.F.M., 2003. Manure application and ammonia volatilization. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol & G.D. Vermeulen, 2003. Effect of application method, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. *Atmospheric Environment* 37 (2003) 3669-3680.
- Jaarsveld, J.A. van, 1995. Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales. Proefschrift.
- Jongsma, A.D., 2003. Ammoniakemissie uit melkveestallen van Koeien & Kansen bedrijven - Toetsing en uitwerking van berekeningsmethodieken. Afstudeerverslag Wageningen Universiteit; Dierlijke Productie Systemen.
- Keuper, J. & R. Kingmans, 2002. Koe blijft komende jaren in de wei; Enquête toont dat 23 procent van de veehouders nog niet weet welk beweidingssysteem in 2007 te kiezen. *Boerderij/Veehouderij* 87 no. 11 (28 mei 2002).
- Luesink, H.H., 2002. Acceptatie van dierlijke mest per gewasgroep in 1996, 1997, 1998 en 1999. Reeks Milieuplanbureau 20, LEI, Den Haag.

- Meer, H.G. van der, 1991. Het lot van in mest en urine uitgescheiden stikstof: in de weide, in de stal en tijdens de opslag van mest. In: H.G. van der Meer (red.), Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maïsland; Stand van zaken in het onderzoek naar de stikstofproblematiek van gras- en maïsland. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 10; 39-48.
- Middelkoop, N., S.T. Buijze & E.E. Biewinga, 1997. Naar een optimale inzet van dierlijke mest. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, CLM 300-1997.
- Milieubalans, 2002. Milieubalans 2002 - Het Nederlandse milieu verklaard, Milieu- en Natuurplanbureau RIVM, Bilthoven, Kluwer, Alphen aan den Rijn.
- Milieubalans, 2003. Milieubalans 2003 - Het Nederlandse milieu verklaard, Milieu- en Natuurplanbureau RIVM, Bilthoven, Kluwer, Alphen aan den Rijn.
- Minas, 2002. MINAS en MILIEU. Balans en verkenning. Milieu- en Natuurplanbureau RIVM.
- Mol, R.M. de & M.A. Hilhorst, 2003. Methaan-, lachgas- en ammoniakemissies bij productie, opslag en transport van mest. IMAG Wageningen, Rapport 2003-03.
- Monitor, 2002. Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2002. Thema-publicatie CBS.
- Monteny, G.J., J. Huis in 't Veld, G. van Duinkerken, G. André en F. van der Schans, 2001. Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG, Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) en Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM). IMAG rapport 2001-09, Wageningen, Nederland.
- Monteny, G.J., 2003. Uitstoot van gassen uit faeces en mengmest van melkkoeien, Informatieblad 398.25, www.mestenmineralen.nl.
- Oenema, J., H.F.M. ten Berge, C.J. de Jong & B. Fraters, 2003. Stikstofoverschotten in 'Koeien & Kansen' en de relatie met nitraatconcentratie in grond- en oppervlaktewater; Analyse stikstofoverschotten in 1997-2000 en nitraatconcentraties in 1999-2001. Koeien & Kansen; Pioniers duurzame melkveehouderij, Rapport 11.
- Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, H.G. van der Meer & K.W. van der Hoek, 2000. Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, Alterra-rapport 107, gewijzigde druk, ISSN 1566-7197.
- Rötter, R., J.M. van Grinsven, P. Boers, A.H.W. Beusen & O. Oenema, 2001. De status van het rekeninstrumentarium STONE 2.0. Alterra-rapport 378, Reeks Milieuplanbureau nr. 17.
- Schoumans, O.F., J. Roelsma, H.P. Oosterom, P. Groenendijk, J. Wolf, H. van Zeijts, G.J. van den Born, S. van Tol, A.H.W. Beusen, H.F.M. ten Berge, H.G. van der Meer & F.K. van Evert, 2002. Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen; Modelberekeningen met STONE 2.0; Clusterrapport 4: Deel 1. Alterra-rapport 552.

- Schreuder R., J.C. van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995. Mineralenstroom, Milieumodule in BBPR. PR, Lelystad, Publicatie nr 99.
- Smit, C.T., H. Prins & D.W. de Hoop, 2000. Quick Scan naar afzetperspectieven van mest en mestproducten. LEI, Den Haag rapport 2.00.05.
- Smits, M.C.J., G. van Duinkerken en G.J. Monteny, 2002a. Mogelijkheden van ammoniakemissie beperkende voermaatregelen in de melkveehouderij. Gezamenlijk rapport IMAG en Praktijkonderzoek Veehouderij (PV). Nota P 2002-36, juni 2002, IMAG, Wageningen, Nederland. (zie www.stalemissies.nl, map publicaties)
- Smits, M.C.J., D.A. Oudendag, J.A. van Jaarsveld, K.W. van der Hoek, J.F.M. Huijsmans, W.A.J. van Pul & G.J. Monteny, 2002b. Naar een nieuwe methodiek voor monitoring van ammoniakemissie op regionaal niveau; haalbaarheidsstudie. IMAG Rapport 2002-03.
- Smits, M.C.J., G.J. Monteny en G. van Duinkerken, 2003. Effect of nutrition and management factors on ammonia emission from dairy cow herds: models and field observations. *Livestock Production Science* 84 (2003) 113-123.
- Søgaard, H.T., S.G. Sommer, N.J. Hutchings, J.F.M. Huijsmans, D.W. Bussink & F. Nicholson, 2002. Ammonia volatilization from field-applied animal slurry - the ALFAM model. *Atmospheric Environment* 36 (2002) 3309-3319.
- Staalduinen, L.C. van, 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. LEI, Reeks milieuplanbureau 15.
- Staalduinen, L.C. van, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, G. Cotteleer, H. van Zeijts, P.H.M. Dekker & C.J.A.M. de Bont, 2002. Actualisering landelijk mestoverschot 2003. LEI, Reeks Milieuplanbureau 18.
- Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Lenemann, H.G. van der Meer, G.J. Monteny & F.J. de Ruijter, 1999. Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw. Op weg naar een verbeterde rekenmethodiek. Reeks Milieuplanbureau 6, DLO-Staring Centrum.
- Tamminga, S., A.W. Jongbloed, M.M. van Eerdt, H.F.M. Aarts, F. Mandersloot, N.J.P. Hoogervorst & H. Westhoek, 2000. De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID Lelystad 00-2040R.
- Tol, S. van, G.J. van der Born, P.M. van Egmond, K.W. van der Hoek, N.J.P. Hoogervorst & O.M. Knol, 2002. CLEAN2.0, model voor de berekening van stikstof- en fosfaatemissies uit de landbouw; Modelbeschrijving. RIVM rapport 773004010/2002.
- Verdouw, C.N. & D. Boels, 2003. Van meten naar weten; Een inventarisatie van informatiebronnen voor natuur en milieu. LEI Rapport 3.03.03.

- Verdouw, C.N. & H.H. Luesink, 2004. De toekomst van het Mest- en Ammoniakmodel (MAM). LEI , Den Haag, Notitie 04.02.
- Vertregt, N. & B. Rutgers, 1988. Ammonia volatilization from grazed pastures. CABO-report 84.
- Vries, W. de, H. Kros, O. Oenema & J.W. Erisman, 2001. Assessment of nitrogen ceilings for Dutch agricultural soils to avoid adverse environmental impacts. *TheScientificWorld* (2001) 1(S2), 898-907.
- Vries, W. de, H. Kros, B. ten Hove, J. Mol, O. Schoumans, R.M. de Mol, G. Veldhorst, E. Gies, N.W.M. Ogink, G.J. Monteny & P. Romkens, 2003. Beschrijving van het modelinstrumentarium en de modules rond excreties, emissies en uit- en afspoeling van stoffen binnen een DSS integrale milieukwaliteit. Alterra-rapport, in voorbereiding.
- Zom, R.L.G., J.W. van Riel, G. Andre & G. van Duinkerken, 2002. Voorspelling voeropname met Koemodel 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Pratijsrapport 11.

Dankbetuiging

Een concept-versie van de evaluatie is in september 2003 rondgestuurd naar diverse betrokkenen met het verzoek om hierop te reageren. In december 2003 is een tweede aangepaste versie verspreid. Van de meeste betrokkenen is een, veelal uitgebreide, reactie ontvangen. In de actuele versie zijn de opmerkingen verwerkt van:

- Oene Oenema en Joop Steenvoorden (Alterra),
- André Bannink, Agnes van den Pol-van Dasselaar en Nico Verdoes (Animal Sciences Group, Wageningen UR),
- Cor van Bruggen (CBS),
- Marga Hoogeveen en Harry Luesink (LEI, Wageningen UR),
- Hugo van der Meer (Plant Research International, Wageningen UR),
- Martha van Eerdt en Klaas van der Hoek (RIVM),
- Jan Huijsmans, Michel Smits & Gert-Jan Monteny (Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen UR).

Wij zijn hen zeer erkentelijk voor de medewerking.

Reeds verschenen in de reeks Milieu en landelijk gebied

Reeks Milieuplanbureau

- 1 Kruijne, R. en R.C.M. Merkelbach, 1977. Ontwikkeling van het prototype instrumentarium PEGASUS. Pesticide Emission to Groundwater And Surface WaterS. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€10,-).
- 2 Smit, A.A.M.F.R., F. van den Berg en M. Leistra, 1997. Estimation method for the volatilization of pesticides from fallow soil. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€10,-).
- 3 Kros, J., 1998. De modellering van de effecten van verzuring, vermesting en verdroging voor bossen en natuurterreinen ten behoeve van de milieubalans, milieuverkenning en natuurverkenning. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€10,-).
- 4 Smit, A.A.M.F.R. M. Leistra en F. van den Berg, 1998. Estimation method for the volatilization of pesticides from plants. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€10,-).
- 5 Leistra, M., 1998. Extent of photochemical transformation of pesticides on soil and plant surfaces. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€10,-).
- 6 Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny en F.J. de Ruijter, 1999. Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw, op weg naar een verbeterde rekenmethodiek. Dlo Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, (€10,-).
- 7 Leneman, H., J.P.P.J. Welten en B.W. Zaalmlink, 1999. Milieukosten gewasbescherming voor de land- en tuinbouw. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag (€10,-).
- 9 Massop, H.Th.L., P.J.T. van Bakel, W.J. de Lange, A. van der Giessen, M.J.H. Pastoors en J. Huygen, 2000. Hydrologie voor Stone; Schematische en Parametrisatie. Alterra, Wageningen (€30,-)
- 10 Steenvoorden, J.H.A.M., J.J. Neeteson, J.G.A.M. Noij, C. van Bruchem en G.J. Monteny, 1999. Een doorkijk van het Nationaal Milieubeleidsplan 3 op het LNV-werkterrein. DLO-Staring Centrum, Wageningen (€15,-).
- 11 Hoogeveen, M.W., 2000. Graslandgebruikssystemen in Nederland. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- 12 R.A. Smidt, M.F.R. Smit, F. van den Berg, J. Denneboom, J.C. van de Zande, H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans., 2000. Beschrijving van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar de lucht bij bespuiting van bodem of gewas in ISBEST 3.0. (€18,-).
- 13 Hoogeveen, M.W. en H. Leneman. 2001. Protocol berekening landelijk mestoverschot 2003. Landbouwkundig Economisch Instituut.
- 14 Kros, J. en J.P. Mol, Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen (€14,-)
- 15 Staalduinen, L.C. van, H. van Zeijts, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, T.C. van Leeuwen, H. Prins & J.G. Groenwold. Het landelijk mestoverschot 2003. Methodiek en berekening.
- 16 Kroes, J.G., P.J.T. van Bakel, J. Huygen, T. Kroon, R. Pastoors, 2001. Actualisatie van de hydrologie voor STONE 2.0. Wageningen. Alterra. (€18,-).

- 17 Beusen, A.H.W., P. Boers, J.J.M. van Grinsven, O. Oenema & R. Rötter. 2001. De status van het rekeninstrumentarium STONE versie 2.0. Alterra, Wageningen. (€15,-).
- 18 Staalduinen, L.C. van, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, G. Cotteleer, H. van Zeijts, P.H.M. Dekker & C.J.A.M. de Bont, 2002. Actualisering landelijk mestoverschot 2003. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag
- 19 Spiertz, J.H.J. en J.W.H. van der Kolk, 2002. Quick Scan Transitie Duurzame Landbouw. Wageningen, Departement Plantenwetenschappen, Wageningen Universiteit, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen (€19).
- 20 Luesink, H.H., 2002. Acceptatie van dierlijke mest per gewasgroep in 1996, 1997, 1998 en 1999. (LEI).
- 21 Berentsen, P.B.M. (WU-ABE) en H.G. van der Meer (PRI), 2002. Loze contracten in de melkveehouderij; oorzaken en mogelijke oplossingen (€13,-).

Reeks Milieu en Landelijk Gebied

- 22 Oenema, O. and J.W.H. van der Kolk, 2003. Milieu en landelijk gebied; Verkenning regiefunctie programma 385 voor milieuonderzoek in LNV-programma's (€18,-).
- 23 Mol, R.M. de, 2004. Evaluatie van de lijst van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999)