

Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland

G.L. Velthof, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan
M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans

r a p p o r t e n



wot
Wetenschappelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR

For quality of life

Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland

Dit rapport is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

De inhoudelijke kwaliteit van dit rapport is beoordeeld door O. Oenema (Alterra), K. van der Hoek (RIVM), P. Groot-Koerkamp (Wageningen UR) en door de Emissieregistratie.

De reeks 'WOT-rapporten' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOT-rapport **70** is het resultaat van een onderzoek uitgevoerd onder de verantwoordelijkheid van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland

G.L. Velthof

C. van Bruggen

C.M. Groenestein

B.J. de Haan

M.W. Hoogeveen

J.F.M. Huijsmans

Rapport 70

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, maart 2009

Referaat

Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans 2009. *Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland*, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 70. 180 blz. 2 fig.; 7 tab.; 112 ref.; 20 bijl.

De landbouw is de belangrijkste bron van ammoniak (NH₃) in Nederland. De ministeries van LNV en VROM hebben de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om de huidige methodiek voor de monitoring van opgetreden NH₃-emissies uit de landbouw in Nederland te reviewen en zonodig te reviseren. Met de rekenmethodiek worden de NH₃-emissies uit stallen en mestopslagen, bij beweiding en bij toediening van mest en kunstmest aan de bodem op nationaal niveau berekend. Een werkgroep van de CDM heeft de rekenmethodiek gereviewd en de methodiek aangepast. Er zijn twee belangrijke wijzigingen ten opzichte van de huidige rekenmethodiek doorgevoerd, namelijk i) de emissiefactoren voor stallen, beweiding, kunstmest en mesttoediening zijn geactualiseerd en ii) alle emissiefactoren worden nu gebaseerd op het gehalte aan totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in plaats van op het gehalte aan totaal stikstof (N). De met de nieuwe methodiek berekende NH₃-emissie uit de landbouw in 2005 bedraagt 121,3 miljoen kg NH₃ en is daarmee 1,3 miljoen kg NH₃ hoger dan de emissie berekend met de huidige methodiek. Er zijn echter wel grote verschillen tussen beide methodieken in de berekende emissies van de afzonderlijke NH₃-bronnen. De emissies uit mest- en kunstmesttoediening zijn hoger en die uit stallen, mestopslagen en beweiding zijn lager bij de nieuwe methodiek dan bij de huidige methodiek. Berekeningen laten zien dat de berekende NH₃-emissie op nationaal niveau met name gevoelig is voor het TAN-aandeel in de N-excretie en voor de NH₃-emissiefactor voor mesttoediening. Op basis van de studie worden verschillende aanbevelingen gedaan over toepassing en onderhoud van de rekenmethodiek en over nader onderzoek.

Trefwoorden: ammoniak, beweiding, emissie, kunstmest, landbouw, mest, Nederland, pluimvee, protocol, rundvee, stallen, stikstof, varkens

Abstract

Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans 2009. *Methodology to calculate ammonia emissions by Dutch agriculture*, Wageningen, Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment, WOt Report No. 70. 180 pp. 2 figs.; 7 tables; 112 refs.; 20 annexes.

Agriculture is the main source of ammonia (NH₃) in the Netherlands. The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV) and the Ministry of Housing, Spatial planning and the Environment (VROM) have asked the Scientific Committee on the Manure Act (CDM) to review and if necessary revise the methodology currently used to monitor NH₃ emissions from agricultural activities in the Netherlands. This methodology is used to calculate national NH₃ emissions from animal housing systems and manure storage facilities, from grazing and from the application of manure and fertilisers onto the soil. A CDM working group has reviewed and adjusted the calculation methodology. Two major changes have been introduced relative to the current methodology, viz. (i) emission factors for animal housing systems, grazing, fertilisers and manure application have been updated and (ii) all emission factors are now based on the total ammoniacal nitrogen (TAN) content of the manure instead of the total nitrogen content (N). Calculations of NH₃ emissions using the new methodology show that agricultural emissions in 2005 amounted to 121.3 million kg, which is 1.3 million kg more than was calculated with the existing methodology. The two methodologies did, however, show much greater differences in the calculated emissions from individual NH₃ sources, with the new methodology showing higher emissions from manure and fertiliser application and lower emissions from animal housing systems, manure storage and grazing. The calculations of national NH₃ emissions show that the results are especially sensitive to the TAN component in N excretion and to the NH₃ emission factor for manure application. The report offers several recommendations for the use and maintenance of the calculation methodology and for further research.

Key words: agriculture, ammonia, animal housing systems, cattle, emissions, fertilisers, grazing, manure, Netherlands, nitrogen, pigs, poultry, protocol

ISSN 1871-028X

©2009 **Alterra – Wageningen UR**
Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 07 00; fax: (0317) 41 90 00;
e-mail: info.alterra@wur.nl

Centraal Bureau voor de Statistiek
Postbus 24500, 2490 HA Den Haag
Tel: (070) 337 38 00; fax: (070) 387 74 29;
e-mail: infoservice@cbs.nl

Animal Sciences Group – Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Tel: (0320) 238 238; fax: (0320) 238 050;
e-mail: info.asg@wur.nl

Planbureau voor de Leefomgeving
Postbus 303, 3720 AH Bilthoven
Tel: (030) 274 274 5; fax: (030) 274 44 79;
e-mail: info@pbl.nl

LEI – Wageningen UR
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag
Tel: (070) 335 83 30; fax: (070) 361 56 24;
e-mail: informatie.lei@wur.nl

Plant Research International –Wageningen UR
Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 60 01; fax: (0317) 41 80 94;
e-mail: info.plant@wur.nl

De reeks WOt-rapporten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit rapport is verkrijgbaar bij het secretariaat. Het rapport is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 47 78 44; Fax: (0317) 42 49 88; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	13
1 Inleiding	17
1.1 Achtergrond en probleemstelling	17
1.2 Doelstelling en doelgroep	17
1.3 Werkwijze en opbouw van het rapport	18
1.4 Afkortingen	20
2 Rekenmethodiek op hoofdlijnen	21
2.1 Gasvormige stikstofverliezen in de landbouw	21
2.2 Emissies uit stallen	22
2.3 Emissies uit mestopslagen buiten de stal	22
2.4 Emissies bij stikstoftoediening aan de bodem	22
3 Emissiefactoren voor stallen en mestopslagen op basis van ammoniakaal stikstof (TAN)	25
3.1 Emissiefactoren op basis van TAN	25
3.2 Rekenmethodiek	27
3.2.1 Regeling ammoniak en veehouderij (Rav)	27
3.2.2 Excretie van TAN	27
3.2.3 Emissiefactoren voor stallen	28
3.2.4 Emissiefactoren voor mestopslagen buiten	29
3.2.5 Gemiddelde emissiefactoren voor stallen en mestopslagen per diercategorie	30
3.3 Benodigde gegevens	32
4 Ammoniakemissie uit stallen	35
4.1 Rekenmethodiek	35
4.1.1 Ammoniakemissie	35
4.1.2 Emissie overige stikstofverbindingen	36
4.2 Benodigde gegevens	36
5 Ammoniakemissie uit mestopslagen buiten de stal	39
5.1 Rekenmethodiek	39
5.1.1 Ammoniakemissie	39
5.1.2 Emissie overige stikstofverbindingen	39
5.2 Benodigde gegevens	41
6 Ammoniakemissie uit mesttoediening	43
6.1 Rekenmethodiek	43
6.2 Benodigde gegevens	46

7	Ammoniakemissie door beweiding	47
7.1	Rekenmethodiek	47
7.2	Benodigde gegevens	47
8	Ammoniakemissie uit kunstmest	49
8.1	Rekenmethodiek	49
8.2	Benodigde gegevens	49
9	Totale ammoniakemissie in Nederland	51
9.1	Rekenmethodiek	51
9.2	Berekeningen	51
9.2.1	Veranderingen ten opzichte van de Milieubalans-methodiek	51
9.2.2	Berekeningen bij verschillende uitgangspunten	52
10	Discussie en aanbevelingen	57
10.1	Methodiek voor berekening van ammoniakemissie	57
10.2	Aanbevelingen	59
	Literatuur	63
Bijlage 1	Overzicht van gebruikte afkortingen	71
Bijlage 2	Berekening van emissiefactoren uit stallen op basis van TAN	75
Bijlage 3	Aandeel staltypen en mestsoorten per diercategorie en de gemiddelde emissie-factoren per diercategorie	83
Bijlage 4	Leegstand voor de diercategorieën in de Rav voor ammoniak met bronvermelding	95
Bijlage 5	Opslag buiten de stal	97
Bijlage 6	Mesttoediening in 2005	99
Bijlage 7	Berekening van TAN-excretie voor melkvee en jongvee	101
Bijlage 8	Berekening van TAN-excretie voor varkens	107
Bijlage 9	Berekening van TAN-excretie voor pluimvee	119
Bijlage 10	Excretie van stikstof en TAN in 2005	137
Bijlage 11	Mineralisatie en immobilisatie van stikstof in de mest	139
Bijlage 12	Aandeel TAN in mest bij toediening	141
Bijlage 13	Urinezuur in pluimveemest	143
Bijlage 14	Emissiefactoren voor ammoniakemissie bij toediening van mest aan grasland en bouwland	145
Bijlage 15	Emissiefactoren voor ammoniakemissie tijdens beweiding	151
Bijlage 16	Emissiefactoren voor ammoniakemissie bij toediening van kunstmest	161
Bijlage 17	Gasvormige emissies uit stallen, opslag en weide in 2005	167
Bijlage 18	Ammoniakemissie na toediening van mest in 2005	169
Bijlage 19	Ammoniakemissie na toediening van kunstmest in 2005	171
Bijlage 20	Handreiking voor berekeningen van toekomstscenario's	173

Woord vooraf

De ministeries van LNV en VROM hebben de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om de huidige methodiek voor de monitoring van opgetreden ammoniak (NH₃)-emissies uit de landbouw in Nederland te reviewen en zonodig te reviseren. Deze methodiek moet een voorschrift bevatten waarin staat aangegeven welke parameters gebruikt moeten worden om de NH₃-emissies te berekenen.

De CDM heeft een werkgroep geïnstalleerd om deze methodiek te actualiseren. Deze werkgroep bestaat uit Gerard Velthof (Alterra, voorzitter), Bronno de Haan (PBL, secretaris), Karin Groenestein (ASG), Marga Hoozeveld (LEI), Cor van Bruggen (CBS) en Jan Huijsmans (PRI). Mark de Bode (ministerie van LNV) en Henk Strietman (ministerie van VROM) zijn adviseurs van deze werkgroep.

In dit rapport wordt de door de werkgroep opgestelde rekenmethodiek beschreven. De werkgroep heeft tevens een rekeninstrument van de nieuwe methodiek ontwikkeld. Dit rekeninstrument komt beschikbaar op de website van de CDM (<http://www.cdm.wur.nl>).

De werkgroep bedankt de volgende personen voor inhoudelijke bijdragen en/of commentaar: Frans Aarts (PRI), André Bannink (ASG), Wim Bussink (NMI), Age Jongbloed (ASG), Leon Šebek (ASG), Harry Luesink (LEI), Kaj Sanders (ministerie van VROM), Michel Smits (ASG), Bert Vermeulen (PRI) en Folkert de Vries (Alterra) en de reviewers van het rapport Klaas van der Hoek (RIVM), Peter Groot Koerkamp (ASG) en Oene Oenema (Alterra) en verschillende leden van de de Emissieregistratie.

De adviezen die de CDM aan LNV geeft behoren tot de Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) Advisering Natuur en Milieu. Studies die volledig onder eindverantwoordelijkheid van de CDM worden uitgevoerd, worden gerapporteerd als WOT-rapport. Daarnaast geeft de CDM adviezen over rapporten die in een ander kader zijn uitgevoerd (bijvoorbeeld in het kader van beleidsondersteunend onderzoek).

Paul Hinssen
Hoofd Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Samenvatting

Achtergrond en werkwijze

De Nederlandse landbouw is een belangrijke bron van ammoniak (NH_3) en andere gasvormige stikstofverliezen (NO , N_2O en N_2). Deze emissies kunnen een schadelijk effect hebben (NH_3 : eutrofiëring en bodemverzuring; NO : bodemverzuring; N_2O : broeikasgaseffect en aantasting ozonlaag) en resulteren tevens in een verlies aan stikstof (N) uit de landbouw.

De Emissieregistratie (ER) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) publiceert ieder jaar de emissies van NH_3 uit de Nederlandse landbouw in de Milieubalans. Deze berekeningen worden uitgevoerd door het LEI en worden ook gerapporteerd aan de Europese Commissie en de UNECE (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; CLRTAP) ter toetsing of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (NEC: National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds) en het Gothenborgprotocol. Daarenboven berekent het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) ieder jaar de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest die aan landbouwgronden worden toegediend. De stikstofexcretie wordt hierbij gecorrigeerd voor gasvormige stikstofverliezen die optreden in de stal- en mestopslagen. Deze gegevens worden gebruikt voor beleidsevaluaties en worden aan de Europese Commissie gerapporteerd in het kader van de Nitraatrichtlijn. De hoogte van de gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag verschilt echter tussen ER en het CBS. Voor consistentie van Nederlandse rapportages richting de Europese Commissie is het van belang dat beide rapportages overeenstemmen.

De ministeries van LNV en VROM hebben de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om de huidige methodiek voor de monitoring van opgetreden NH_3 -emissies uit de landbouw in Nederland te reviewen en zonodig te reviseren. Deze methodiek moet een voorschrift bevatten waarin staat aangegeven welke parameters gebruikt moeten worden om de NH_3 -emissies te berekenen. Tevens moet aandacht worden besteed aan het benodigde detailniveau van de parameters. Daarnaast moet de methodiek ook de invulling van de parameters voorschrijven (activiteitendata, emissiefactoren of aannames).

De CDM heeft een werkgroep geïnstalleerd met als doel de methodiek te actualiseren. Deze werkgroep bestaat uit Gerard Velthof (Alterra, voorzitter), Bronno de Haan (Planbureau voor de Leefomgeving, secretaris), Karin Groenestein (Animal Sciences Group; ASG), Marga Hoogeveen (LEI), Cor van Bruggen (Centraal Bureau voor de Statistiek; CBS) en Jan Huijsmans (Plant Research International; PRI). Mark de Bode (ministerie van LNV) en Henk Strietman (ministerie van VROM) zijn adviseurs van deze werkgroep.

De werkgroep heeft een rekenmethodiek opgesteld waarmee de NH_3 -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diergroepen uit de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van mest en kunstmest aan de bodem. In de hoofdstukken in dit rapport wordt de rekenmethodiek stapsgewijs met vergelijkingen beschreven. De werkgroep heeft tevens een rekeninstrument van de nieuwe methodiek ontwikkeld en toegepast. Dit rekeninstrument komt beschikbaar op de website van de CDM (<http://www.cdm.wur.nl>). De werkbladen met gegevens voor het jaar 2005 zijn als bijlagen opgenomen in dit rapport.

Rekenmethodieken en emissiefactoren

De belangrijkste wijzigingen in de rekenmethodieken en emissiefactoren ten opzichte van de huidige methodiek die in de Milieubalans wordt toegepast, zijn:

- De emissiefactoren voor stallen, mestopslagen en beweiding worden nu gebaseerd op TAN (totaal ammoniakaal N; de TAN-excretie is in dit rapport gelijk aan de excretie van urine) in plaats van totaal N. Daarnaast is de mineralisatie van organische N tijdens mestopslag een bron van TAN;
- De emissiefactoren van stallen en bij toediening van mest en kunstmest zijn aangepast;
- De NH₃-emissie bij toediening van mest wordt berekend op basis van het berekende TAN-aandeel in de stikstof van de toegediende mest. In de huidige methode wordt deze emissie berekend op basis van een standaard TAN-aandeel in de mest;
- De emissiefactor voor beweiding is aangepast;
- Bij de schatting van het aandeel emissiearme stallen zijn naast gegevens van de Landbouwtelling ook gegevens van vergunningen in Noord-Brabant gebruikt;
- De implementatiegraad van de mesttoedieningstechnieken is gewijzigd.

Er zijn enkele voordelen van een methodiek op basis van TAN ten opzichte van een methodiek op basis van totaal N, namelijk:

- Er is een meer directe relatie tussen de gasvormige N-emissies uit stallen en mestopslagen en de hoeveelheid TAN in de mest dan de hoeveelheid totaal N in de mest. Een maatregel die de hoeveelheid totale N in de mest niet verandert, maar de hoeveelheid TAN wel, heeft wel een effect op de NH₃-emissie (dit kan optreden bij veranderingen in de rantsoensamenstelling);
- De emissiefactor van toediening van mest is gebaseerd op TAN. Als de NH₃-emissie na toediening van mest kan worden gebaseerd op het berekende TAN-gehalte in de mest, worden effecten van rantsoenen en stalsystemen op TAN ook zichtbaar in de emissies na toediening. In de huidige methodiek die in de Milieubalans wordt toegepast wordt de emissie na toediening berekend op basis van standaard TAN-gehalten in de mest die uit de literatuur zijn afgeleid;
- Er wordt aangesloten bij internationaal geaccepteerde concepten van NH₃-rekenmethodieken, alsmede op de Emission Inventory Guidebook van EMEP/CORINAIR, dat in Europees verband toegepast wordt.

Het toepassen van TAN vraagt echter ook om extra gegevens. Zo moet de urine-excretie worden berekend, alsmede de mineralisatie van organische N tijdens de mestopslag. Er zijn voor deze studie procedures ontwikkeld om de TAN-excretie voor de verschillende diercategorieën te berekenen op basis van de rantsoensamenstelling en N-verteerbaarheid. De toegevoegde waarde van dit model ten opzichte van andere (internationale) modellen is dat in dit model uitgegaan wordt van actuele rantsoensamenstellingen en N-verteerbaarheid van de afzonderlijke bestanddelen, en niet van vaste TAN-waarden of empirisch gemiddelde verteringswaarden.

De emissiefactoren voor mesttoediening zijn gebaseerd op statistische analyses van meetgegevens. De beschikbare gegevens voor grasland zijn nader geanalyseerd op invloedsfactoren op de NH₃-emissie, waarbij ook data gebruikt zijn uit recente jaren. Bij de analyse van de emissiefactor bij zodenbemesting op grasland werd aangetoond dat onafhankelijk van weers- en veldomstandigheden de NH₃-emissie bij deze techniek in de loop der jaren is toegenomen tot 19% van de toegediende TAN. Een mogelijke oorzaak hiervan is het de techniek in de huidige praktijk anders wordt gebruikt dan in de jaren '90 van de vorige eeuw. Deze emissiefactor bij zodenbemesting is daardoor duidelijk hoger dan de momenteel gehanteerde emissiefactor van 11,5% van de toegediende TAN die alleen gebaseerd was op

metingen van begin jaren '90 van de vorige eeuw. Ook de emissiefactor voor bovengrondse toediening van mest is aangepast.

Een nadere analyse van de data voor beweiding geeft aan dat de emissiefactor voor beweiding veel lager is dan de nu gehanteerde 8% van de totale N-excretie tijdens beweiding. Dit wordt veroorzaakt doordat de 8% is afgeleid uit onderzoek met onbeperkt weiden en hoge N-giften. De N-gehalten in het rantsoen bij de huidige beweidingssystemen met relatief lage N-giften en beperkt weiden zijn veel lager dan de rantsoenen bij onbeperkte beweiding. Er is een relatie afgeleid waarmee de emissiefactor voor beweiding als percentage van de TAN-excretie kan worden berekend uit het N-gehalte in het rantsoen. Berekeningen geven aan dat de emissiefactor voor beweiding is afgenomen van 7,2% van de TAN-excretie in 1994 naar 3,3% van de TAN-excretie in 2005. Omgerekend naar totale N-excretie, bedraagt de emissiefactor voor beweiding in 2005 2,2% van totaal N en is dus veel lager dan de tot nu toe gehanteerde emissiefactor van 8%.

Berekeningen NH₃-emissie

De berekeningen van de totale NH₃-emissie in Nederland voor het jaar 2005 laten zien dat ten opzichte van de Milieubalans de volgende wijzigingen optreden (Tabel S.1.):

- De totale NH₃-emissie uit stallen neemt af van 56,2 naar 51,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit mestopslagen buiten de stal neemt af van 4,2 naar 2,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit mesttoediening neemt toe van 39,1 naar 50,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit beweiding neemt af van 8,6 naar 2,5 miljoen kg NH₃;
- De emissie uit kunstmest neemt toe van 11,9 naar 13,9 miljoen kg NH₃.

Tabel S.1. Ammoniakemissies in miljoen kg NH₃ in 2005 volgens de methodiek uit Milieubalans 2005 en de nieuwe methodiek.

Bron	Nieuwe methodiek			Milieubalans			Verschil	
	Stal	Opslag	Totaal	Stal	Opslag	Totaal	Miljoen kg NH ₃	%
Dierlijke mest	51,6	2,6	54,3	56,2	4,2	60,4	-6,1	-10
Rundvee	21,2	1,3	22,5	24,8	1,4	26,2	-3,7	-14
Varkens	17,5	0,6	18,1	20,5	0,3	20,8	-2,7	-13
Pluimvee	11,5	0,7	12,2	10,9	2,6	13,5	-1,3	-10
Overig*	1,5	0,0	1,5	-	-	-		
Beweiding			2,5			8,6	-6,1	-71
Mesttoediening			50,6			39,1	11,5	29
Grasland			28,8			16,3	12,5	77
Bouwland			21,8			22,8	-1,0	-4
Totaal dierlijke mest			107,4			108,1	-0,7	-1
Kunstmest			13,9			11,9	2,0	17
Totaal			121,3			120,0	1,3	1

*nieuwe methodiek: de categorie overig omvat schapen, geiten, paarden en pony's, konijnen en pelsdieren. In de Milieubalans zijn schapen en geiten opgenomen bij rundvee, zijn paarden en pony's niet beschouwd en zijn konijnen en pelsdieren opgenomen bij pluimvee

De totale NH₃-emissie in 2005 bedraagt 121,3 miljoen kg NH₃ en is daarmee 1,3 mln kg hoger dan de methodiek uit de Milieubalans. Voor het jaar 2005 is het verschil in de totale ammoniakemissie tussen beide methodieken relatief klein. De verschillen tussen de verschillende bronnen van NH₃ is echter groot. Het mag niet worden uitgesloten dat de verschillen in totale emissie tussen beide methodieken groter zijn bij berekeningen in het verleden en in de toekomst. Dit geldt met name indien het aandeel aan TAN in de totale N-excretie verandert, omdat de oude methodiek hier geen rekening mee houdt.

Er zijn berekeningen uitgevoerd bij verschillende uitgangspunten om de gevoeligheden en onzekerheden in de berekende emissies te verkennen. Uit deze berekeningen volgt dat de uitkomsten van de berekeningen met name gevoelig zijn voor het aandeel aan TAN in de N-excretie en de emissiefactor voor toediening van mest. Factoren die een kleiner effect hebben zijn de aanwezigheid van urinezuur in pluimveemest bij mesttoediening, emissiefactoren voor NH₃ en overige N-emissies in stallen, de mineralisatie van organisch gebonden N in de mest, het beweidingssysteem en het aantal paarden en pony's.

Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek worden verschillende aanbevelingen gedaan. Het betreft enerzijds aanbevelingen over processen en afspraken, zodat de methodiek wordt geaccepteerd, toegepast en in de toekomst op één plaats wordt bijgehouden. Anderzijds gaat het om aanbevelingen om te komen tot nauwkeuriger gegevens. Er wordt aanbevolen om de nu voorgestelde methodiek in een wetenschappelijk tijdschrift te publiceren, zodat het ook internationaal wordt geaccepteerd en wetenschappelijke status wordt gewaarborgd. Verder worden aanbevelingen gegeven voor verbetering van verzameling van gegevens, zoals bijvoorbeeld het aantal paarden en pony's, de aandelen emissiearme stallen en toedieningstechnieken en gegevens over rantsoensamenstelling om TAN te berekenen. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan op inhoudelijke aspecten, zoals emissie uit beweiding en bij toediening van mest op beteeld bouwland, de grootte van mineralisatie en immobilisatie van organische N in de mest en het lot van urinezuur in pluimveemest bij toediening. Ook wordt aanbevolen om na te gaan of er nog andere bronnen van NH₃ zijn in de landbouw (bijvoorbeeld gewasresten, afrijping van gewassen) die dusdanig van omvang zijn dat ze ook zouden moeten worden opgenomen in de nationale emissieberekeningen.

Summary

Background

Agriculture is a major source of ammonia (NH₃) and other gaseous nitrogen losses (NO, N₂O and N₂) in the Netherlands. These emissions can have harmful effects: NH₃ can cause eutrophication and acidification of soils, while NO can also cause acidification and N₂O contributes to the greenhouse effect and ozone layer depletion. In addition, these emissions mean that nitrogen (N) is lost from agriculture.

Each year, the Dutch Emissions Inventory Database, which is maintained by the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), publishes data on NH₃ emissions from Dutch agriculture in its Environmental Balance report. These emissions are calculated by the Agricultural Economics Research Institute (LEI) and are also reported to the European Commission and to UNECE (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; CLRTAP); these organisations assess whether the Netherlands is meeting the criteria of the NEC guidelines (NEC: National Emission Ceilings Directive) and the Gothenburg protocol. In addition, Statistics Netherlands (CBS) annually calculates the amounts of minerals in animal manure used to fertilise farmlands. CBS corrects the nitrogen excretion for gaseous N losses from animal housing systems and manure storage facilities. These data are used for policy evaluations and are also reported to the European Commission in the context of the Nitrates Directive. There were, however, differences between the figures used by the Dutch Emissions Inventory Database and CBS for the levels of gaseous nitrogen losses from animal housing systems and manure storage. Agreement between the two sets of values is important to ensure consistent reporting to the European Commission.

The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV) and the Ministry of Housing, Spatial planning and the Environment (VROM) have asked the Scientific Committee on the Manure Act (CDM) to review and if necessary revise the methodology currently used to monitor NH₃ emissions from agricultural activities in the Netherlands. This methodology has to indicate which parameters have to be used to calculate the NH₃ emissions, as well as the required level of detail for these parameters. Finally, the methodology has to prescribe the specification of the parameters (in terms of activity data, emission factors or assumptions).

CDM has established a working group to update the methodology, consisting of Gerard Velthof (Wageningen UR, Alterra, chair), Bronno de Haan (Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), secretary), Karin Groenestein (Wageningen UR, Animal Sciences Group (ASG)), Marga Hoogeveen (Wageningen UR, Agricultural Economics Research Institute (LEI)), Cor van Bruggen (Netherlands Statistics; CBS) and Jan Huijsmans (Wageningen UR, Plant Research International (PRI)), while Mark de Bode (Ministry of Agriculture; LNV) and Henk Strietman (Ministry of the Environment; VROM) act as advisers to the working group.

The working group has developed a methodology to calculate NH₃ emissions from animal housing systems and manure storage for each of the animals included in the Dutch Farming Census, as well as from grazing and from the application of manure and fertilisers on farmland. The chapters of the report present the methodology per ammonia source in the manure chain and the algorithm. In addition, the working group has developed and applied a calculating instrument for the new methodology, which will be made available through the CDM website (<http://www.cdm.wur.nl>). The Tables showing the data for 2005 have been included as annexes to the present report.

Calculation methodology and emission factors

The main changes in the calculation methodology and emission factors relative to the methodology currently used in the Environmental Balance report are as follows:

- The emission factors for animal housing systems, manure storage facilities and grazing are now based on TAN (total ammoniacal nitrogen; TAN excretion in the present report is equal to urinary N excretion) rather than on total N. In addition, the mineralisation of organic N during manure storage is included as a source of TAN;
- The emission factors for animal housing systems and for manure and fertiliser application have been updated;
- NH₃ emission from manure application is now calculated on the basis of the calculated TAN content of the manure at the time of application (or after the storage period), whereas the current methodology calculates this emission from a standardised value for the TAN content of manure;
- The emission factor for grazing has been updated;
- Estimates for the implementation of low-emission animal housing systems in practice are now based not only on data from the Farming Census but also on data from permits granted in the province of Noord-Brabant;
- The implementation level of manure spreading techniques has been updated.

A methodology based on TAN offers certain advantages over one based on total nitrogen:

- It offers a more direct relationship between gaseous N emissions from animal housing systems and manure storage facilities and the TAN contents in manure than the total N content of the manure. Modifications that do not change the total N content of the manure but do affect the TAN content (like changes in diet composition) have an effect on NH₃ emissions;
- The emission factor for manure application is based on TAN. Basing the NH₃ emissions after manure application on the calculated TAN content allows the effects of diet composition and housing systems on TAN content to be identified in the emissions after manure application. The methodology currently used in the Environmental Balance report calculates the emissions after manure application on the basis of standardised values for the TAN content of the manure, derived from the literature;
- The new methodology fits in with internationally accepted concepts in NH₃ emissions calculation, as well as with the EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, which is used in the European context.

The use of TAN also requires additional data, however: urinary excretion must be calculated, as well as the mineralisation of organic N during manure storage. The present study has developed procedures to calculate TAN excretion for the various categories of animals, based on diet composition and N digestibility. The added value provided by the new model relative to other models (including international models) is that the new model uses current data on diet composition and the N digestibility of the individual components, rather than fixed TAN values or empirical average digestion values.

The emission factors for manure application are based on statistical analyses of measurement data. Available data on grassland have been analysed in more detail to identify factors that influence NH₃ emissions, using data relating to recent years practice. The analysis of the emission factor for the use of shallow injection on grassland showed that NH₃ emissions caused by this technique have risen to (on average) 19% of the total amount of TAN applied. This may have been caused by the fact that the technique is now used in a different way than in the 1990s. As a result, the emission factor for shallow injection is now substantially higher than the value of 11.5% for the total amount of TAN applied which is currently used and which

was based solely on measurements made in the early 1990s. The emission factor for the broadcast surface spreading of manure onto the soil has also been updated.

Further analysis of the data for grazing has shown that the emission factor for grazing is much lower than the value of 8% of total N excretion during grazing which is currently being used. The value of 8% was derived from studies based on unlimited grazing and large amounts of N being supplied to the soil, whereas the current grazing systems, which involve relatively low amounts of N being supplied and limited grazing, result in a diet with much lower N contents. An equation was derived that allows the emission factor for grazing as a percentage of the TAN excretion to be calculated from the N content of the animals' diet. The calculations show that the emission factor for grazing has decreased from 7.2% of TAN excretion in 1994 to 3.3% of TAN excretion in 2005. Conversion to total N excretion results in an emission factor for grazing in 2005 of 2.2% of total N, which is much lower than the value of 8% used so far.

Calculations of total NH₃ emissions

Calculations of total NH₃ emissions in the Netherlands for 2005 show the following changes relative to those in the Environmental Balance report (see Table S1):

- Total NH₃ emission from animal housing systems decreases from 56.2 to 51.6 million kg NH₃.
- Total NH₃ emission from manure storage outside the animal housing systems decreases from 4.2 to 2.6 million kg NH₃.
- Total NH₃ emission from manure application increases from 39.1 to 50.6 million kg NH₃.
- Total NH₃ emission from grazing decreases from 8.6 to 2.5 million kg NH₃.
- Emissions from fertilisers increase from 11.9 to 13.9 million kg NH₃.

Table S1, Ammonia emissions for 2005, in millions of kg NH₃, according to the methodology used in the Environmental Balance report and according to the new methodology.

Source	New methodology			Environmental Balance			Difference	
	Hous- ing	Storage	Total	Hous- ing	Storage	Total	million s kg NH ₃	%
Animal manure	51.6	2.6	54.3	56.2	4.2	60.4	-6.1	-10
Cattle	21.2	1.3	22.5	24.8	1.4	26.2	-3.7	-14
Pigs	17.5	0.6	18.1	20.5	0.3	20.8	-2.7	-13
Poultry	11.5	0.7	12.2	10.9	2.6	13.5	-1.3	-10
Other*	1.5	0.0	1.5	-	-	-		
Grazing			2.5			8.6	-6.1	-71
Manure application			50.6			39.1	11.5	29
Grassland			28.8			16.3	12.5	77
Arable land			21.8			22.8	-1.0	-4
Total animal manure			107.4			108.1	-0.7	-1
Fertiliser			13.9			11.9	2.0	17
Total			121.3			120.0	1.3	1

*new methodology: the 'other' category includes sheep, goats, horses and ponies, rabbits and furred animals. The Environmental Balance report includes sheep and goats in the cattle category, does not include horses and ponies and includes rabbits and furred animals in the poultry category

Total NH₃ emissions for 2005 amount to 121.3 million kg NH₃, which is 1.3 million kg higher than the value resulting from the methodology used in the Environmental Balance report. This means that although there is a relatively small difference between the two methodologies in terms of the total ammonia emissions for 2005, the differences for individual sources of NH₃ are much larger. In addition, it is possible that differences between the two methodologies in terms of total emissions may be greater for earlier or later years in trend analyses. This would especially be the case if the share of TAN in the N excretion changes, as the older methodology does not take this into account.

Calculations were based on various assumptions, to explore the sensitivities and uncertainties in the calculated emissions. These assessments show that the results of the calculations are particularly sensitive to the share of TAN in the N excretion and the emission factor for manure application. Factors with smaller effects include the presence of uric acid in dried poultry manure after manure application, emission factors for NH₃ and other N emissions in animal housing systems, mineralisation of organically bound N in manure, the grazing system and the number of horses and ponies.

Recommendations

The study results give rise to a number of recommendations. Some of these concern processes and agreements, to ensure that the newly developed methodology will be accepted, implemented and monitored in the future. Others relate to the acquisition of more precise data. The working group recommends publishing the proposed methodology in a scientific journal, to stimulate its international acceptance and guarantee its scientific status. The report also recommends improved data collection, for instance as regards numbers of horses and ponies, shares of low-emission animal housing systems and manure application systems and data on diet composition to calculate TAN. Other recommendations relate to aspects like emissions from grazing and from manure applications on cultivated arable land, the level of mineralisation and immobilisation of organic N in manure and the fate of uric acid after application of dried poultry manure. The working group also recommends further research to identify any other sources of NH₃ in agriculture (such as crop residues and crop ripening) that are sufficiently important to warrant inclusion in the national emission calculations.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De Nederlandse landbouw is een belangrijke bron van ammoniak (NH_3) en andere gasvormige stikstofverliezen (NO , N_2O en N_2). Deze emissies kunnen een schadelijk effect hebben (NH_3 : eutrofiëring en bodemverzuring; NO : bodemverzuring; N_2O : broeikasgaseffect en aantasting ozonlaag) en resulteren tevens in een verlies aan stikstof (N) uit de landbouw.

De Emissieregistratie (ER) van het Planbureau van de Leefomgeving (PBL) publiceert ieder jaar de emissies van NH_3 uit de Nederlandse landbouw in de Milieubalans. Voor deze berekening wordt het mest- en ammoniakmodel van het LEI ingezet (Groenwold *et al.*, 2002) en vanaf 2006 MAMBO (Vrolijk *et al.*, 2008). Deze berekeningen worden ook gerapporteerd aan de Europese Commissie en CLRTAP (<http://www.unece.org/env/lrtap>) en worden gebruikt ter toetsing of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (NEC: National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds; <http://ec.europa.eu/environment/air/ceilings.htm>) en Gothenborg-protocol (http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm). In de NEC-richtlijn worden per EU-lidstaat plafonds toegekend voor verzurende stoffen, waaronder NH_3 .

Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) berekent ieder jaar de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest die aan landbouwgronden worden toegevoerd (www.cbs.nl). De stikstofexcretie wordt hierbij verminderd voor gasvormige stikstofverliezen die optreden in de stal- en mestopslagen. Deze berekeningen zijn gebaseerd op de stikstofverliezen waarmee in de Meststoffenwet wordt gerekend (Oenema *et al.*, 2000; Groenestein *et al.*, 2005). Deze gegevens worden gebruikt voor beleidsevaluaties en worden aan de Europese Commissie gerapporteerd in het kader van de Nitraatrichtlijn.

De berekeningen van het PBL/LEI en het CBS leiden echter tot een verschillende uitkomst voor de hoogte van de gasvormige stikstofverliezen uit stal en mestopslag (Hoogeveen *et al.*, 2006). De berekening van PBL/LEI kwam voor het jaar 2002 uit op circa 64 miljoen kg stikstof, terwijl het CBS uitkwam op circa 92,5 miljoen kg stikstof. Hoogeveen *et al.* (2006) hebben een studie uitgevoerd naar de oorzaak van deze verschillen en konden het gat verkleinen tot 4,5 miljoen kg. Voor consistentie van Nederlandse rapportages richting de Europese Commissie is het belangrijk dat er één methodiek is die wordt toegepast in de verschillende rapportages.

1.2 Doelstelling en doelgroep

De ministeries van LNV en VROM hebben de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om een methodiek op te stellen voor de berekening van opgetreden NH_3 -emissies uit de landbouw in Nederland op nationaal niveau. De methodiek moet een voorschrift bevatten waarin staat aangegeven welke parameters gebruikt moeten worden om de NH_3 -emissies te berekenen. Tevens moet aandacht worden besteed aan het benodigde detailniveau van de parameters. Daarnaast moet de methodiek ook de invulling van de parameters voorschrijven. Deze voorgeschreven invulling kan bestaan uit databronnen, emissiefactoren of aannames. Overeenkomstig de protocollen voor broeikasgassen dient de methodiek voor de monitoring van de opgetreden NH_3 -emissie ook door buitenlandse experts gereviewd te worden, zodat het internationaal wordt geaccepteerd. De ministeries van LNV en

VROM gaan er vanuit dat de nieuwe methodiek voor de berekening van NH₃-emissies uit de landbouw in Nederland wordt toegepast door ER en CBS bij respectievelijk de berekening van NH₃-emissie in Nederland en de toediening van mineralen uit dierlijke mest aan landbouwgronden.

Daarnaast vragen de ministeries van LNV en VROM aan de CDM om een handreiking op te stellen waarin wordt aangegeven welke keuzes er gemaakt moeten worden voor berekening van de NH₃-emissie in de toekomst. De handreiking is een checklist voor de belangrijke beslispunten welke aan de orde zijn wanneer schattingen van toekomstige nationale emissies van ammoniak worden gevraagd. Het doel van de handreiking is het expliciet maken van belangrijke keuzes, met het doel om deze vervolgens transparant te laten terugkomen in rapportages.

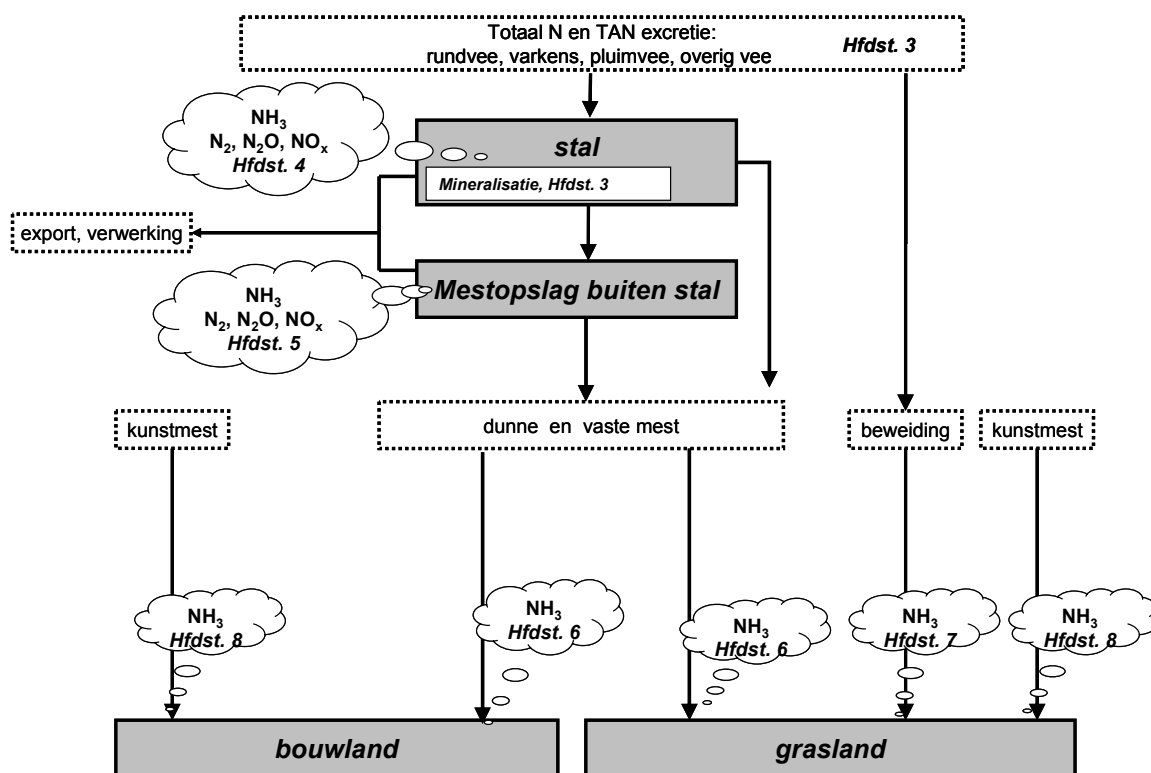
De doelgroep van dit rapport zijn organisaties die verantwoordelijk zijn voor de officiële emissiecijfers (ER) en mestproductiecijfers (CBS). Daarnaast wordt het uit oogpunt van consistentie sterk aanbevolen om bij onderzoek waarin NH₃-emissies (of N-verliezen) worden berekend, ook gebruik te maken van de in dit rapport beschreven methodiek (of onderdelen, zoals emissiefactoren) en handreiking. Voorbeelden van dit type onderzoek zijn de monitoring Mestmarkt (Luesink *et al.*, 2006), analyse van het ammoniakgat (Van Pul *et al.*, 2008), onderbouwing en evaluatie van derogatie (Schröder *et al.*, 2007; Fraters *et al.*, 2007), regionale studies naar effecten NH₃ (Gies & Bleeker, 2007; Kros *et al.*, 2008) en integrale N-analyses (De Vries *et al.*, 2003).

Een andere doelgroep is de internationale onderzoekswereld. De methodiek moet door buitenlandse experts worden gereviewed, zodat de Nederlandse methodiek geaccepteerd wordt voor berekeningen in het kader van de NEC-richtlijn en het Gothenborg protocol (CLRTAP). De beste manier om dit te bewerkstelligen, is dat de methodiek in één of meerdere artikelen wordt beschreven, die voor review worden aangeboden aan wetenschappelijke tijdschriften. Dit verhoogt de internationale acceptatie, aangezien ook methoden van andere landen in wetenschappelijke publicaties worden beschreven (bv. Hutchings *et al.*, 2001; Gac *et al.*, 2007; Webb & Misselbrook, 2000; Misselbrook *et al.*, 2000; Reidy *et al.*, 2003; 2008).

Het onderhavige rapport is een technisch rapport met de rekenregels in de hoofdtekst en onderbouwende tabellen en teksten in bijlagen. Het rapport gaat slechts kort in op de factoren die de emissies van NH₃ en andere gasvormige N-verliezen uit de landbouw bepalen. Voor een uitgebreide beschrijving van deze factoren wordt verwezen naar rapporten (b.v. Oenema *et al.*, 2000) en wetenschappelijke publicaties en proefschriften (bv. Aarnink, 1997, Bussink, 1996, Groenestein, 2006; Groot Koerkamp, 1998; Huijsmans, 2003; Oenema *et al.*, 2008 en Monteny, 2001).

1.3 Werkwijze en opbouw van het rapport

De CDM heeft een werkgroep geïnstalleerd met als doel de methodiek te actualiseren. Deze werkgroep bestaat uit Gerard Velthof (Alterra, voorzitter), Bronno de Haan (Planbureau voor de Leefomgeving, secretaris), Karin Groenestein (Animal Sciences Group; ASG), Marga Hoogeveen (ILandbouwkundig Economisch Instituut; LEI), Cor van Bruggen (Centraal Bureau voor de Statistiek; CBS) en Jan Huijsmans (Plant Research International; PRI). Mark de Bode (ministerie van LNV) en Henk Strietman (ministerie van VROM) zijn adviseurs van deze werkgroep.



Figuur 1.1. Schematische weergave van de landbouwkundige stikstofstromen uit mest en kunstmest ten behoeve van de berekening van de NH_3 -emissie. De grijze blokken geven locaties aan waar de emissies optreden, de witte blokken de stikstofbronnen en de wolken de gasvormige emissies. De hoofdstukken waarin het onderwerp wordt behandeld, staan aangegeven.

De werkgroep heeft een rekenmethodiek opgesteld waarmee de NH_3 -emissie uit stallen en mestopslagen (hoofdstukken 4 en 5; Figuur 1.1) en de bodem (hoofdstukken 6, 7 en 8; Figuur 1.1) kan worden berekend. Hiertoe worden emissiefactoren afgeleid die gebaseerd zijn op de hoeveelheid ammoniakale N (TAN; zie hoofdstuk 3 voor de definitie van TAN; Figuur 1.1). Voor elke bron van NH_3 wordt aangegeven welke gegevens en emissiefactoren nodig zijn. De omzetting van organisch gebonden N in TAN in mestopslag (mineralisatie) moet ook worden gekwantificeerd om de NH_3 -emissie te kunnen berekenen. Naast NH_3 -emissie treden in de stallen ook gasvormige stikstofverliezen op via omzetting van TAN door nitrificatie en denitrificatie (verliezen aan N_2 , N_2O en NO). Om de NH_3 -emissie van de buitenopslag te kunnen relateren aan TAN die bij aanvang aanwezig is, dienen de N-verliezen door (de)nitrificatie in stal en mestopslag ook gekwantificeerd te worden. Beweiding en de toediening van mest en kunstmest zijn ook significante bronnen van N_2 , N_2O - en NO -emissies, maar deze emissie vallen buiten deze rapportage van de methodiek om NH_3 -emissie in Nederland te berekenen.

De werkgroep heeft een rekeninstrument ontwikkeld waarmee de effecten van veranderingen ten opzichte van de huidige rekenmethodiek op de ammoniakemissie inzichtelijk gemaakt zijn en waarmee gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd (hoofdstuk 9). Dit rekeninstrument komt beschikbaar op de website van de CDM (<http://www.cdm.wur.nl>).

In de bijlagen bij dit rapport wordt de informatie over de rekenmethodiek en parameters gedetailleerd beschreven en toegepast voor het jaar 2005. Tevens wordt in de bijlagen een nadere toelichting gegeven van de belangrijkste wijzigingen in de rekenmethodieken en emissiefactoren ten opzichte van de huidige methodiek, zoals emissiefactoren gebaseerd op TAN, de emissiefactoren van toediening van mest en de emissie tijdens beweiding.

De in dit rapport beschreven rekenmethodiek is door de CDM en EmissieRegistratie gereviewed en het commentaar is verwerkt. Het PBL kan daarna de methodiek omzetten in een protocol dat door EmissieRegistratie kan worden gebruikt.

In bijlage 20 wordt een handreiking gegeven voor het opstellen van emissieramingen en scenario's in de toekomst. Het doel van deze handreiking is het vergroten van consistentie en transparantie.

1.4 Afkortingen

De rekenmethodiek wordt in de verschillende hoofdstukken beschreven met vergelijkingen. In deze vergelijkingen worden afkortingen gebruikt voor de verschillende parameters. In de tekst worden deze parameters beschreven. Een overzicht van alle parameters en afkortingen wordt gegeven in bijlage 1.

2 Rekenmethodiek op hoofdlijnen

2.1 Gasvormige stikstofverliezen in de landbouw

Bij gasvormige stikstofverliezen uit de landbouw wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Emissie van ammoniak (NH_3) en
- Emissie van stikstofgas (N_2), lachgas (N_2O) en stikstofmonoxiden (NO).

Landbouwhuisdieren scheiden urine en feces uit. Ammoniak wordt met name gevormd uit de stikstof in de urine. Deze stikstof bevindt zich in geval van zoogdieren hoofdzakelijk in de vorm van ureum ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) en bij vogels in de vorm van urinezuur ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_3\text{N}_4$). Feces bevatten vooral organisch gebonden stikstofverbindingen die minder snel mineraliseren dan ureum en urinezuur. Bij pluimvee worden mest en urine tegelijkertijd uitgescheiden. Zowel ureum als urinezuur worden door bacteriële enzymen (urease en uricase) omgezet in ammonium (NH_4^+). Over het algemeen is alle ureum binnen 24 uur gemineraliseerd tot NH_4^+ (Elzing and Monteny, 1997). Urinezuur breekt echter minder snel af dan ureum (Groot Koerkamp, 1998). Wanneer NH_4^+ eenmaal is gevormd is de vervluchtiging van NH_3 een fysisch-chemisch proces waarvan de snelheid en hoeveelheid vooral door fysische (luchtsnelheid, oppervlak, temperatuur, etc.) en chemische (NH_4^+ -concentratie, pH, ionsterkte, etc.) factoren worden bepaald.

Ammoniakemissie treedt op in de stal, tijdens mestopslag buiten de stal en na toediening van mest (inclusief beweiding) en kunstmest aan de bodem. Ammoniakemissie uit kunstmest treedt alleen op bij gebruik van een ureumhoudende meststof of bij een ammoniumhoudende meststof die aan een kalkrijke grond wordt toegediend.

De emissies van N_2 , N_2O en NO worden in het kader van de onderhavige studie berekend om de hoeveelheid N te berekenen die als mest aan de bodem wordt toegediend. Emissies van NO , N_2O en N_2 treden op bij microbiologische oxidatie (nitrificatie) en reductie (denitrificatie) van stikstofverbindingen. Deze processen worden gestuurd door microbiologische (bacteriënpopulatie), chemische (pH, O_2 , NH_4^+ en NO_3^- concentraties) en fysische (mestoppervlak, temperatuur, etc.) factoren. Nitrificatie is de microbiële oxidatie van NH_4^+ in NO_3^- , waarbij NO en N_2O gevormd kunnen worden. Voor nitrificatie is zuurstof (O_2) en NH_4^+ nodig. In dunne mest is zuurstof de beperkende factor voor nitrificatie. Strorijke vaste mest en pluimveemest kunnen een relatief open en losse structuur hebben. In dat geval kan zuurstof veel gemakkelijker diffunderen dan in dunne mest, waardoor nitrificatie kan optreden. Denitrificatie is de microbiologische omzetting van NO_3^- via NO_2^- , NO en N_2O tot N_2 . Denitrificatie treedt alleen op onder zuurstofarme omstandigheden. Aanwezigheid van NO_3^- , NO_2^- , NO en/of N_2O is de beperkende factor voor denitrificatie in dunne mest. Denitrificatie in stallen en mestopslagen is dus volledig afhankelijk van het nitrificatieproces, dat de geoxideerde stikstofverbindingen moet leveren. Emissies van NO , N_2O en N_2 treden daarom vooral op in vaste mest. Beweiding en de toediening van mest en kunstmest kunnen ook significante bronnen van N_2 , N_2O - en NO -emissies zijn, maar deze emissie vallen buiten het doel van deze rapportage van de ammoniakrekenmethodiek.

In de rekenmethodiek worden de volgende bronnen van NH_3 onderscheiden (Figuur 1.1.):

- Stal (hoofdstuk 4);
- Mestopslagsysteem buiten (hoofdstuk 5);
- Mesttoediening (hoofdstuk 6);
- Beweiding (hoofdstuk 7); en
- Kunstmesttoediening (hoofdstuk 8)

2.2 Emissies uit stallen

De NH_3 -emissie uit stalsystemen wordt berekend door het aantal dieren per diercategorie, het aantal staldagen per dier per jaar en de emissiefactor voor NH_3 voor het betreffende stalsysteem, zoals opgenomen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav; zie hoofdstuk 3.2). De emissie wordt vervolgens uitgedrukt ten opzichte van de hoeveelheid TAN (urine-N) in de uitgescheiden N. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan waarom van Totaal-N op TAN is overgestapt en hoe de hoeveelheid TAN in de mest wordt berekend.

Hoe meer NH_3 emitteert in de stal, hoe lager de hoeveelheid TAN in de mest wordt die vervolgens in de buitenopslag gaat. Naast NH_3 -emissie treden in de stallen ook gasvormige stikstofverliezen op via omzetting van TAN door nitrificatie en denitrificatie (verliezen aan N_2 , N_2O en NO). Deze verliezen zijn afhankelijk van het type mest (dunne en vaste mest) (hoofdstuk 4) en mestmanagement. Om de NH_3 -emissie van de buitenopslag te kunnen relateren aan TAN die bij aanvang aanwezig is, dienen deze emissies ook gekwantificeerd te worden. Daarnaast wordt de hoeveelheid TAN in de mest beïnvloed door de omzetting van organisch gebonden N in TAN. Dit proces heet mineralisatie. Naast mineralisatie kan er ook immobilisatie van TAN optreden (vastleggen als organische N). De netto mineralisatie is het verschil tussen mineralisatie en immobilisatie. In dit rapport wordt de term “mineralisatie” gebruikt voor “netto mineralisatie”. De berekening van de mineralisatie is een nieuw aspect in de rekenmethodiek, aangezien in de oude methodiek op basis van totaal N geen rekening hoefde te worden gehouden met mineralisatie.

2.3 Emissies uit mestopslagen buiten de stal

De hoeveelheid TAN die overblijft na de buitenopslag wordt aan de bodem toegediend.

Er wordt rekening mee gehouden dat niet alle mest in de buitenopslag gaat. De emissies van NH_3 , N_2 , N_2O en NO uit de mestopslag worden berekend en gerelateerd aan de TAN die bij aanvang van de opslag aanwezig was. Net als bij de stalemissies geldt ook voor de buitenopslag dat de stikstofverliezen afhankelijk zijn van het type mest (dunne en vaste mest) (hoofdstuk 5) en mestmanagement.

2.4 Emissies bij stikstoftoediening aan de bodem

De hoeveelheid TAN die met mest aan de bodem wordt toegediend, wordt berekend uit

- De urine-excretie in de stal;
- De mineralisatie van organische N in de opslag;
- De verliezen aan NH_3 , N_2 , N_2O en NO die optreden in de stal en mestopslag;
- De hoeveelheid mest die wordt verwerkt en geëxporteerd; en
- De veranderingen in de voorraad mest in de mestopslag.

De mest kan als dunne of vaste mest worden toegediend aan bouwland en grasland. De emissiefactor voor NH_3 -emissie na toediening van de mest is afhankelijk van de soort mest, de mesttoedieningstechniek en het landgebruik (hoofdstuk 6).

De N die tijdens beweiding als feces en urine in de wei worden uitgescheiden, is ook onderhevig aan NH_3 -emissie. De NH_3 -emissie wordt berekend uit de hoeveelheid stikstof die tijdens beweiding wordt uitgescheiden en een emissiefactor (hoofdstuk 7).

Naast mesttoediening en beweiding, is de toediening van kunstmest aan landbouwgrond een bron van bodememissie van NH_3 . De berekening van de NH_3 -emissie uit kunstmest wordt berekend met kunstmestspecifieke en grondsoortspecifieke emissiefactoren en de hoeveelheid kunstmest die wordt gebruikt (hoofdstuk 8).

Beweiding en de toediening van mest en kunstmest zijn ook significante bronnen van N_2 , N_2O - en NO -emissies. In het kader van de methodiek om NH_3 -emissies te bepalen worden deze emissies uit de bodem niet meegenomen. De N_2 , N_2O - en NO -emissies uit de stal -en de mestopslagen moeten wel worden meegenomen, aangezien deze leiden tot minder TAN in de mest die aan de bodem wordt toegediend. Dit heeft een effect op de NH_3 -emissies na toediening van mest.

3 Emissiefactoren voor stallen en mestopslagen op basis van ammoniakal stikstof (TAN)

3.1 Emissiefactoren op basis van TAN

Stikstof in mest bestaat uit fecaal-N en urine-N. Fecaal N is organisch gebonden N. Urine-N bestaat bij zoogdieren voornamelijk uit ureum-N, bij pluimvee uit urinezuur-N. Ureum hydrolyseert onder invloed van het bacteriële enzym urease na uitscheiding snel (enkele uren) tot NH_4^+ , zodat er na ongeveer 1 dag na uitscheiding geen ureum meer in de mest aanwezig is. Urinezuur wordt langzamer omgezet dan ureum en door droging van pluimveemest kan de afbraak van urinezuur worden geremd. Een hoog drogestofgehalte van de mest vertraagt de bacteriële activiteit en de hydrolyse van urinezuur tot NH_4^+ wordt daardoor vertraagd. Daarom kan pluimveemest die wordt toegediend nog urinezuur bevatten (Bijlage 13). Als de pluimveemest aan de bodem wordt toegediend, hydrolyseert de urinezuur volledig binnen 10 dagen, waarbij het grootste deel van de hydrolyse binnen enkele dagen optreedt (bv. Kirchmann, 1991).

De som van de hoeveelheid ammoniak (NH_3) en ammonium (NH_4^+) heet totaal ammoniakal N (TAN; in Engels: Total Ammoniacal N). De in dit rapport beschreven methodiek berekent de gasvormige N-emissies op basis van TAN. Dit is een verandering ten opzichte van de huidige methodieken die in Nederland worden toegepast, die gebaseerd zijn op emissiefactoren op basis van totaal N (Oenema *et al.*, 2000; Van der Hoek, 2002). De excretie van TAN wordt berekend als de excretie van urine-N (dit is dus de potentiële hoeveelheid NH_4 , aangezien bij pluimvee een deel van de urinezuur niet is omgezet in NH_4).

Er is internationale consensus over de voordelen van een methodiek om NH_3 -emissies te berekenen op basis van TAN ten opzichte van totaal N:

- Gasvormige N-componenten worden gevormd uit NH_4 in de mest en onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden laat zien dat de NH_3 -emissie beter gerelateerd is aan het NH_4 -gehalte dan aan het totale N in mest (bv. Velthof *et al.*, 2005).
- Een maatregel die de hoeveelheid totale N in de mest niet verandert, maar de hoeveelheid TAN wel, heeft wel een effect op de NH_3 -emissie. Met een emissiefactor op basis van totaal N kan dit effect niet worden berekend. Rantsoenen hebben niet alleen effect op de totale N-excretie, maar ook op het TAN-aandeel van de excretie (Bijlagen 7, 8 en 9). De effecten van rantsoensamenstelling op NH_3 -emissie kunnen beter worden gekwantificeerd met een methodiek op basis van TAN.
- De huidige en nieuwe emissiefactor van toediening van mest is gebaseerd op TAN (Bijlage 14). In de huidige methodiek wordt de emissie na toediening berekend op basis van standaard TAN-gehalten in de mest uit de literatuur. Deze gegevens zijn mogelijk verouderd en worden niet beïnvloed door verandering van rantsoenen of stalsystemen. Als de NH_3 -emissie na toediening van mest kan worden gebaseerd op het berekende TAN-gehalte in de mest, worden effecten van rantsoenen en stalsystemen op TAN ook zichtbaar in de emissies na toediening.
- Er wordt aangesloten bij internationaal geaccepteerde concepten van NH_3 -rekenmethodieken (Reidy *et al.*, 2008), alsmede op The Emission Inventory Guidebook van EMEP/CORINAIR, dat in Europees verband toegepast wordt (<http://tfeip-secretariat.org/unece.htm>).

Er wordt in de methodiek aangenomen dat de relatie tussen het TAN-gehalte en de NH₃-emissie lineair verloopt, zodat een lineaire emissiefactor wordt toegepast in procent van de uitgescheiden TAN in mest. Dit is ook in onderzoek gevonden (Velthof *et al.*, 2005). De relatie tussen het TAN-gehalte en NH₃-emissie is afhankelijk zijn van andere factoren, zoals de pH van de mest. Er zijn geen gegevens om de werkelijke relatie tussen TAN-gehalte en NH₃-emissie te bepalen voor de verschillende diercategorieën en stalsystemen en daarom wordt van een lineair verband uitgegaan. Ook in de huidige methodiek op basis van totaal N (Oenema *et al.*, 2000) werd een lineair verband verondersteld tussen totaal N in de mest en de NH₃-emissie.

De rekenmethodiek op basis van TAN vraagt wel om extra informatie; de TAN-excretie moet worden berekend alsmede de mineralisatie van organische N tijdens mestopslag (Bijlage 11). Er zijn methoden opgesteld om de TAN-excretie te berekenen op basis van gegevens over rantsoenen (Bijlagen 7, 8 en 9). Deze berekening moet periodiek worden uitgevoerd, zodat effecten van veranderingen van TAN (zoals bv. door veranderingen in rantsoensamenstelling) op NH₃-emissie goed kan worden gekwantificeerd. De toegevoegde waarde van dit model ten opzichte van andere (internationale) modellen (Reidy *et al.*, 2008) is dat in dit model uitgegaan wordt van actuele rantsoensamenstellingen en N-verteerbaarheid van de afzonderlijke bestanddelen, en niet van vaste TAN-waarden of empirisch gemiddelde verteringswaarden. Het is daarom belangrijk om deze rekenmethodiek in wetenschappelijke tijdschriften te publiceren.

Bij pluimvee bestaat de berekende urine-N vooral uit urinezuur. Dit wordt in dit rapport ook TAN genoemd. Het is echter bekend dat een deel van de urinezuur in de stal en mestopslag niet hoeft te zijn omgezet naar NH₄⁺ (Bijlage 13). In hoofdstukken 3, 4 en 5 worden uniforme rekenregels gegevens op basis van TAN voor alle diercategorieën.

Tijdens de opslag van mest gaat een deel van de TAN verloren als gasvormige N-verbindingen en vindt mineralisatie van organische N plaats, waardoor TAN ontstaat. Daarnaast wordt tijdens de opslag steeds weer nieuwe mest aangevoerd en, gedurende een deel van het jaar, mest afgevoerd. Door deze processen zal de hoeveelheid TAN in de mest aan schommelingen onderhevig zijn. In de berekeningen wordt uitgegaan van een constant TAN-gehalte in de mest tijdens de opslag in de stal en er wordt van uitgegaan dat de mineralisatie in één keer direct na excretie plaatsvindt en dat de gasvormige emissies daarna ook in één keer plaatsvinden (er is dus geen dynamiek in de tijd). De berekeningen worden als volgt uitgevoerd.

- De TAN-excretie wordt berekend (=urine-N excretie);
- De hoeveelheid TAN die mineraliseert wordt berekend uit de excretie van organische N;
- De totale hoeveelheid TAN in de mest is gelijk aan de TAN-excretie en de TAN-mineralisatie;
- De emissies aan NH₃ en overige N-verbindingen worden berekend op basis van de totale hoeveelheid TAN in de mest (=excretie + mineralisatie);
- Een deel van de mest kan buiten worden opgeslagen en hier treden ook gasvormige N-verliezen op (n.b. er wordt geen N-mineralisatie berekend in de buitenopslag, gezien alle onzekerheden in de schatting van de mineralisatie);
- De hoeveelheid TAN die dan nog resteert wordt als mest uitgereden en kan in het veld tot NH₃-emissie leiden.

In de volgende paragraaf en de hoofdstukken 4 – 6 worden deze rekenstappen in detail beschreven.

In paragraaf 3.2 wordt de omrekening van de emissiefactoren voor gasvormige verliezen uit stallen en mestopslagen op basis van totaal N naar emissiefactoren op basis van TAN beschreven. Paragraaf 3.3 gaat in op de gegevens die hiervoor nodig zijn.

3.2 Rekenmethodiek

3.2.1 Regeling ammoniak en veehouderij (Rav)

De emissiefactor voor stallen gerelateerd aan TAN, zoals beschreven in deze methodiek, wordt berekend uit de emissiefactor voor NH_3 uit de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav), de N-excretie, het aandeel TAN in de N-excretie in het jaar waarin de Rav- NH_3 -emissiefactor is bepaald en de N-mineralisatie. Deze berekeningen leiden dus tot een emissiefactor als percentage van TAN en moeten één keer worden uitgevoerd. Deze berekende emissiefactor kan worden gebruikt totdat de emissiefactor in de Rav wordt aangepast. Het wordt aanbevolen om een werkgroep jaarlijks te laten evalueren of de emissiefactoren moeten worden aangepast.

De Rav is een op de Wet Ammoniak en Veehouderij gebaseerde ministeriële regeling die de emissiefactoren bevat die nodig zijn om in de vergunde en in de aangevraagde situatie de NH_3 -emissie van een veehouderij te kunnen berekenen (www.infomil.nl/rav). De Rav bevat een lijst met de verschillende stalsystemen per diercategorie en de daarbij behorende emissiefactoren. De Rav wordt regelmatig aangepast; de wijzigingen worden gepubliceerd in de staatscourant. De meeste emissiefactoren uit de Rav zijn gebaseerd op metingen die volgens een bepaald protocol zijn uitgevoerd. Het oude protocol stamt uit 1996 (Anonymus, 1996). Een nadeel van dit protocol was wel dat er slechts op één locatie werd gemeten. Er is inmiddels een nieuw meetprotocol vastgesteld, waardoor er per systeem op vier locaties wordt gemeten (Ogink *et al.*, 2008), waardoor de ammoniakemissie nauwkeuriger geschat kan worden. Het aantal van vier bedrijven is een onderdeel van een meetstrategie die op basis van statistische analyse is bepaald (Mosquera *et al.*, 2005).

De Rav-emissiefactor geeft de NH_3 -emissie per dierplaats per jaar. Deze factor is meestal gebaseerd op emissiemetingen. Deze metingen worden in een stal uitgevoerd waarbij het aantal dierplaatsen bepaald wordt door de wettelijke norm volgens welke dieren in de stal aanwezig mogen zijn. Voor de verrekening op jaarbasis wordt rekening gehouden met leegstand tussen productieronden, waarbij verondersteld wordt dat gedurende leegstand geen emissie plaats vindt. Deze leegstand wordt in bijlage 4 gegeven. In onderhavige rekenmethodiek wordt bij het aantal dieren uitgegaan van de Landbouwtelling. In deze cijfers zit de leegstand al verdisconteerd. Daarom is de emissiefactor gecorrigeerd voor de leegstand tussen ronden.

De Rav-emissiefactoren zijn in de loop van de tijd bepaald. Sommige emissiefactoren zijn al begin jaren '90 van de vorige eeuw bepaald (bijvoorbeeld gangbare stallen bij vleesvarkens), terwijl andere categorieën in 2002 zijn opgenomen (bijvoorbeeld gangbare stallen vleeskuikens).

In de tabellen uit bijlage 2 is een overzicht gegeven van de Rav-emissiefactoren voor de stalsystemen per diercategorie, inclusief het jaar waarin de emissiefactor is bepaald.

3.2.2 Excretie van TAN

De Rav-emissiefactoren zijn uitgedrukt in kg NH_3 per dierplaats per jaar. Om deze emissiefactoren om te rekenen naar een emissiefactor in percentage van de TAN-excretie zijn gegevens nodig van de TAN-excretie in het jaar waarin de Rav-waarde is afgeleid.

De berekening van de TAN-excretie is uitgevoerd voor 16 categorieën rundvee, 5 categorieën varkens, 7 categorieën pluimvee, schapen, geiten, paarden, pony's, en drie categorieën overige diersoorten (zie Bijlage 10 voor de diercategorieën).

De totale N-excretie is berekend conform de methode die Werkgroep Uniformering Mestcijfers (WUM) hanteert, en die tevens door Tamminga *et al.* (2000, 2004) gebruikt is voor het afleiden van de forfaitaire excretiecijfers. In deze methode wordt de opname van N met de afzonderlijke rantsoencomponenten berekend en de totale N-excretie als het verschil tussen N-opname en N-vastlegging in dierlijk producten (melk, groei, nakomelingen). Om TAN te berekenen, is deze methode uitgebreid met een inschatting van de verteringscoëfficiënt (VC) voor ruw eiwit (RE). Met de VC_RE, ook wel aangeduid als N-verteerbaarheid, wordt per voedermiddel berekend hoeveel eiwit door de darm wordt opgenomen (=verteerd). Het restant (100% - VC_RE) verlaat met de mest het lichaam. Het door de darm opgenomen eiwit wordt of gebruikt voor productie (melk, groei, onderhoud) of wordt via de nieren in de urine uitgescheiden. Door de TAN gelijk te stellen aan de uitscheiding van N met de urine, kan de totale hoeveelheid door het dier uitgescheiden urine-N, of TAN, berekend worden (Bijlagen 7 en 8). De methode van berekening en de berekende TAN-excreties zijn vergelijkbaar met methoden en resultaten uit de literatuur (Berentsen *et al.*, 1993; Jonker *et al.*, 1998; Valk *et al.*, 1994).

Tijdens de opslag van mest vindt N-mineralisatie plaats (Bijlage 11), waardoor organische N wordt omgezet in TAN. De door mineralisatie gevormde TAN kan ook vervluchtigen als NH₃. In de berekening de TAN die door mineralisatie vrijkomt opgeteld bij de TAN-excretie. De som van de urine-N-excretie en mineralisatie van organische N wordt in dit rapport TAN-input genoemd.

De TAN-input in het jaar waarin de RAV-waarde voor de betreffende diercategorie en huisvestingssysteem is afgeleid (vanaf nu Rav-jaar genoemd; dit jaar verschilt tussen de verschillende diercategorieën en huisvestingssystemen; Bijlage 2), wordt berekend uit de totale N-excretie, het urine-aandeel in de totale N-excretie en de TAN die door mineralisatie ontstaat.

Voor alle diercategorieën en stalsystemen wordt de volgende berekening uitgevoerd.

$$TANINPST_{d,Rav} = NEXST_{d,Rav} * TANFRACST_{d,Rav} + NEXST_{d,Rav} * (1 - TANFRACST_{d,Rav}) * NMIN/100 \quad (1)$$

waarbij

$TANINPST_{d,Rav}$ = de som van de urine-excretie en de N-mineralisatie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹;

$NEXST_{d,Rav}$ = de N-excretie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹;

$TANFRACST_{d,Rav}$ = de fractie urine-N in de totale N-excretie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar;

$NMIN$ = de N-mineralisatie van organische N in % van de organische N-excretie. De fractie organische N = $1 - TANFRACST_{d,Rav}$

3.2.3 Emissiefactoren voor stallen

De NH₃-emissiefactor per dierplaats volgens Rav wordt met behulp van de leegstand en de TAN-input omgerekend naar een emissiefactor in % van de TAN-input. Voor alle stalsystemen per diercategorie wordt de volgende berekening uitgevoerd.

$$EFNH_3ST_{d,s,TAN} = (EFNH_3Rav_{d,s} * (14/17) / FRACLEEG_{d,s} / TANINPST_{d,Rav}) * 100 \quad (2)$$

waarbij

$EFNH_3ST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor NH₃ voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-excretie;

$EFNH_3Rav_{d,s}$ = de Rav NH₃-emissiefactor voor diercategorie d en stalsysteem s in kg NH₃ dierplaats⁻¹ jr⁻¹;

$FRACLEEG_{d,s}$ = de fractie leegstand per dierplaats voor diercategorie d en stalsysteem s gedurende de stalperiode.

De factor 14/17 wordt gebruikt om de emissiefactor op basis van NH₃ om te rekenen naar NH₃-N. De emissie wordt uitgedrukt in N omdat ook een correctie voor overige gasvormige N-verliezen wordt berekend.

Om een consistente rekenmethodiek op basis van TAN te volgen, moeten de emissies aan N₂, N₂O en NO uit de stallen worden berekend met emissiefactoren die zijn uitgedrukt in percentage van TAN.

In de huidige methodiek worden de emissiefactoren voor overige N-emissies uit stallen en mestopslagen gebaseerd op totaal N (Oenema *et al.*, 2000). Er is gekozen om deze emissiefactoren voor het Rav-jaar uit te drukken in percentage van TAN. Voor alle stalsystemen per diercategorie worden de volgende berekeningen uitgevoerd.

$$EFN_{2ST_{d,s,TAN}} = EFN_{2ST_N} * NEXST_{d,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (3)$$

waarbij

$EFN_{2ST_{d,s,TAN}}$ = de emissiefactor voor N₂-N voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input;
 EFN_{2ST_N} = de emissiefactor voor N₂-N voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal;

$$EFN_{2OST_{d,s,TAN}} = EFN_{2OST_N} * NEXST_{d,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (4)$$

waarbij

$EFN_{2OST_{d,s,TAN}}$ = de emissiefactor voor N₂O-N voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input;
 $EFN_{2OST_{d,N}}$ = de emissiefactor voor N₂O-N voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal.

$$EFNOST_{d,s,TAN} = EFNOST_N * NEXST_{d,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (5)$$

waarbij

$EFNOST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor NO-N voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input;
 $EFNOST_{d,N}$ = de emissiefactor voor NO-N voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal.

3.2.4 Emissiefactoren voor mestopslagen buiten

Soms wordt een deel van de mest buiten de stal opgeslagen. De hoeveelheid mest (uitgedrukt in TAN en in totaal N) die buiten wordt opgeslagen, wordt berekend uit de excretie en mineralisatie in de stal, de fractie van de geproduceerde mest die buiten wordt opgeslagen en de N-verliezen via NH₃ en overige N-verbindingen uit de stallen. Voor alle stalsystemen per diercategorie worden voor het Rav-jaar de onderstaande berekeningen uitgevoerd.

$$TANOP_{d,s,Rav} = (TANINPST_{d,Rav} - TANINPST_{d,Rav} * (EFNH_3ST_{d,s,TAN} + EFN_{2ST_{d,s,TAN}} + EFN_{2OST_{d,s,TAN}} + EFNOST_{d,s,TAN})) * FRACOP_{d,s,Rav} \quad (6)$$

waarbij

$TANOP_{d,s,Rav}$ = de hoeveelheid TAN in mest die buiten wordt opgeslagen in het Rav-jaar voor diercategorie d en stalsysteem s in kg TAN dier⁻¹ jaar⁻¹;
 $FRACOP_{d,s,Rav}$ = de fractie van de in de stal geproduceerde mest voor diercategorie d en stalsysteem s die buiten wordt opgeslagen in het Rav-jaar.

De totale hoeveelheid N in mest die buiten wordt opgeslagen, wordt berekend als de som van de totale hoeveel TAN die buiten wordt opgeslagen en hoeveelheid organische N (= het verschil tussen de totale N-excretie en de TAN-input) die buiten wordt opgeslagen:

$$NOP_{d,s,Rav} = TANOP_{d,s,Rav} + FRACOP_{d,s,Rav} * (NEXST_{d,Rav} - TANINPST_{d,Rav}) \quad (7)$$

waarbij

$NOP_{d,s,Rav}$ = de hoeveelheid N in mest die buiten wordt opgeslagen in het Rav-jaar voor diercategorie d en stalsysteem s in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.

De NH₃-emissiefactor voor mestopslag buiten werd in de oude methodiek gebaseerd op een emissiefactor uitgedrukt als percentage van de hoeveelheid mest-N die buiten wordt opgeslagen. De emissiefactor als percentage van de hoeveelheid TAN, die is uitgescheiden in de stal, kan worden berekend uit de verhouding van de totale hoeveelheid N die is opgeslagen en de hoeveelheid TAN die is uitgescheiden en gemineraliseerd in de stal. Voor alle stalsystemen per diercategorie wordt de volgende berekening uitgevoerd.

$$EFNH_3OP_{d,o,TAN} = EFNH_3OP * NOP_{d,s,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (8)$$

waarbij

$EFNH_3OP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor NH₃ voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input;

$EFNH_3OP$ = de NH₃-emissiefactor voor mestopslag buiten in % van opgeslagen N.

Ook voor mestopslagen worden de emissiefactoren voor N₂, N₂O en NO omgerekend naar TAN. Dit gebeurt op basis van de verhouding tussen de totale hoeveelheid N die als mest buiten wordt opgeslagen en de hoeveelheid TAN die is uitgescheiden in de stal.

$$EFN_2OP_{d,o,TAN} = EFN_2OP_N * NOP_{d,s,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (9)$$

waarbij

$EFN_2OP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor N₂-N voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input;

EFN_2OP_N = de emissiefactor voor N₂-N voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.

$$EFN_2OOP_{d,o,TAN} = EFN_2OOP_{d,N} * NOP_{d,s,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (10)$$

waarbij

$EFN_2OOP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor N₂O-N voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input;

$EFN_2OOP_{d,N}$ = de emissiefactor voor N₂O-N voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.

$$EFNOOP_{d,o,TAN} = EFNOOP_{d,N} * NOP_{d,s,Rav} / TANINPST_{d,Rav} \quad (11)$$

waarbij

$EFNOOP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor NO-N voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input;

$EFNOOP_{d,N}$ = de emissiefactor voor NO-N voor diercategorie d voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.

3.2.5 Gemiddelde emissiefactoren voor stallen en mestopslagen per diercategorie

Op basis van het aandeel stalsystemen (implementatiegraad) en de emissiefactoren per stalsysteem wordt een gemiddelde NH₃-emissiefactor per diercategorie berekend. Voor alle diercategorieën worden de volgende berekeningen uitgevoerd. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt naar dunne en vaste mest, omdat bij de berekening van de toedieningsemisissie (hoofdstuk 6) ook onderscheid wordt gemaakt tussen dunne en vaste mest.

Voor NH₃-emissie uit stalsystemen met dunne mest geldt:

$$EFNH_3ST_{dd,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dd,s,m} * EFNH_3ST_{d,s,TAN} \quad (12)$$

waarbij

$EFNH_3ST_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -N-emissiefactor voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input;

$FRACSTOP_{dd,s,m}$ = de fractie van stalsysteem s en mestopslag m in het totaal van stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d.

Voor NH_3 -emissie uit opslag met dunne mest geldt:

$$EFNH_3OP_{dd,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dd,s,m} * EFNH_3OP_{d,o,TAN} \quad (13)$$

waarbij

$EFNH_3OP_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -emissiefactor voor opslag van dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input;

Voor NH_3 -emissie uit stalsystemen met vaste mest geldt:

$$EFNH_3ST_{dv,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dv,s,m} * EFNH_3ST_{d,s,TAN} \quad (14)$$

waarbij

$EFNH_3ST_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -N-emissiefactor voor alle stalsystemen met vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input;

$FRACSTOP_{dv,s,m}$ = de fractie van stalsysteem s en mestopslag m in het totaal van stalsystemen met vaste mest voor diercategorie d.

Voor NH_3 -emissie uit opslag met vaste mest geldt:

$$EFNH_3OP_{dv,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dv,s,m} * EFNH_3OP_{d,o,TAN} \quad (15)$$

waarbij

$EFNH_3OP_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -emissiefactor voor opslag van vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input;

Om de gemiddelde emissiefactor voor overige N-emissies uit stalsystemen met dunne mest per diercategorie te berekenen, wordt voor alle diercategorieën de volgende berekening uitgevoerd voor stallen met dunne mest:

$$EFNOVST_{dd,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dd,s,m} * (EFN_2ST_{d,s,TAN} + EFN_2OST_{d,s,TAN} + EFNOST_{d,s,TAN}) \quad (16)$$

waarbij

$EFNOVST_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.

Voor de emissies van overige N-verbindingen uit mestopslagen met dunne mest geldt:

$$EFNOVOP_{dd,gem,TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dd,s,m} * (EFN_2OP_{d,o,TAN} + EFN_2OOP_{d,o,TAN} + EFNOOP_{d,o,TAN}) \quad (17)$$

waarbij

$EFNOVOP_{dv, gem, TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor opslagen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.

Om de gemiddelde emissiefactor te berekenen voor overige N-emissies per diercategorie in stallen met vaste mest wordt voor alle diercategorieën de volgende berekening uitgevoerd:

$$EFNOVST_{dv, gem, TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dv, m} * (EFN_2ST_{d, s, TAN} + EFN_2OST_{d, s, TAN} + EFNOST_{d, s, TAN}) \quad (18)$$

waarbij

$EFNOVST_{dd, gem, TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.

Voor de emissies van overige N-verbindingen uit mestopslagen met vaste mest geldt:

$$EFNOVOP_{dv, gem, TAN} = \sum_{stalsystemen} FRACSTOP_{dv, o, m} * (EFN_2OP_{d, o, TAN} + EFN_2OOP_{d, o, TAN} + EFNOOP_{d, o, TAN}) \quad (19)$$

waarbij

$EFNOVOP_{dv, gem, TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor opslagen met vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.

Deze naar stalsysteem gewogen emissiefactoren worden gebruikt voor de berekening van de emissies van NH₃ en overige gasvormige N-verbindingen uit stallen en mestopslagen en staan weergegeven in bijlage 2.

De gewogen emissiefactor verandert indien:

- De Rav-emissiefactor verandert en daardoor de emissiefactor als percentage van TAN;
- De verdeling van stalsystemen/mestsoorten binnen een diercategorie veranderen;
- De hoeveelheid mest die buiten wordt opgeslagen verandert;
- Inzichten in de mineralisatie van organische N tijdens de opslag veranderen.

3.3 Benodigde gegevens

In tabel 3.1. staan de gegevens die nodig zijn om de emissiefactor per diercategorie en stalsysteem te berekenen. De diercategorieën staan weergegeven in bijlagen 2 en 3.

Hieronder staat een korte toelichting gegeven op de benodigde gegevens. Sommige gegevens zijn niet één op één overgenomen uit de genoemde bronnen, maar zijn nog bewerkt. In de tabellen in bijlage 2 wordt dit in voetnoten aangegeven.

De N-excretie in de stal per diercategorie in het Rav-jaar

Voor de N-excretie in de stal (inclusief aannames over excretie in de stal bij bepaalde weidesystemen) worden de cijfers van de Werkgroep Uniformering Mestcijfers (WUM) gebruikt. Deze cijfers worden gepubliceerd door het CBS (www.cbs.nl).

De fractie TAN in de totale N-excretie in de stal in het Rav-jaar

De excretie van urine-N (TAN) wordt berekend op basis van gegevens van rantsoensamenstelling en verteerbaarheid. In bijlagen 7, 8 en 9 wordt de berekeningsmethodiek van urine-excretie beschreven voor rundvee, varkens en pluimvee. Voor de overige graasdieren (paarden, pony's, schapen en geiten) is dezelfde methodiek toegepast als voor rundvee. De TAN-fracties in de N-excretie zijn voor paarden en pony's respectievelijk

72 en 73%, voor schapen en geiten 66%. Voor konijnen en pelsdieren was het niet mogelijk om de TAN-fractie in de N-excretie te berekenen. Het aandeel van deze dieren in de totale NH₃-emissie is beperkt, gegevens over rantsoensamenstelling moeilijk te achterhalen en het vaststellen van de TAN-input zou voor deze categorieën onevenredig veel tijd vergen. De TAN-fractie is voor deze diercategorieën geschat op 70% op basis van expert judgement (Jongbloed, persoonlijke mededeling).

De rekenmethodiek voor de berekening van de TAN-excretie moet jaarlijks worden uitgevoerd, zodat jaarlijks de TAN-input voor verschillende landbouwdieren wordt berekend. Dit wordt nu nog niet gedaan. De ministeries van LNV en VROM zouden de WUM de opdracht kunnen geven om bij de jaarlijkse berekening van N-excreties ook het aandeel TAN in de excretie te berekenen.

De mineralisatie van organisch N

Er wordt aangenomen dat de N-mineralisatie tijdens bewaring van mest (in de stal en in de buitenopslag) 10% van de organische N bedraagt. Dit is een vuistgetal dat ook internationaal wordt gehanteerd (Bijlage 11).

De Rav NH₃-emissiefactor per diercategorie en stalsysteem

De gegevens van de meest recente Rav-emissiefactoren moeten worden gebruikt (www.infomil.nl/rav). Als de Rav-waarde voor een bepaalde diercategorie of stalsysteem verandert, dan moet ook de emissiefactor opnieuw worden bepaald. Bij berekeningen van historische reeksen moeten de Rav-waarden (of de vroegere UAV-waarden) worden gebruikt voor het betreffende jaar.

Leegstand

De Leegstand is overgenomen uit diverse bronnen (Bijlage 4). Onder leegstand wordt verstaan de periode dat de stal onbezet is tussen ronden. Er wordt dus geen rekening gehouden met onderbezetting door uitval, vroegtijdige selectie van dieren of andere redenen van onderbezetting tijdens een groei- of opfokperiode zoals beschreven in de Beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsystemen (Anoniem, 1996) en in Ogink *et al.* (2008).

De emissiefactoren voor N₂, N₂O en NO

De emissiefactoren voor N₂, N₂O en NO uit stallen en mestopslagen van Oenema *et al.* (2000) zijn gebruikt. Dat wil zeggen voor dunne mest bedragen de emissiefactoren 1, 0,1 en 0,1% en voor vaste mest 10, 2 en 2% voor respectievelijk N₂, N₂O en NO.

Er is nagegaan of er betere emissiefactoren beschikbaar zijn. Op basis van deze studie wordt geconcludeerd dat er maar weinig gegevens zijn over emissies van N₂, N₂O en NO uit stallen en mestopslagen en dat de onzekerheden over de emissiefactoren voor N₂, N₂O en NO daardoor groot zijn. Er is geen aanleiding om andere emissiefactoren te hanteren dan de huidige methodiek die gebaseerd is op Oenema *et al.* (2000). De N₂O-emissiefactoren van Oenema *et al.* (2000) zijn niet identiek aan die van de IPPC-emissiefactoren, maar wijken slechts beperkt af. Ook de IPPC-emissiefactoren zijn grotendeels gebaseerd op schattingen.

De fractie van de mest die buiten wordt opgeslagen

Voor de overdracht van mest van de stal naar de mestopslag zijn de cijfers van Oenema *et al.* (2000) en Groenestein *et al.* (2005) gebruikt. Voor categorieën waarvoor Oenema *et al.* (2000) geen overdracht heeft geschat, zijn op basis van literatuur en expert judgement schattingen gemaakt (zie voetnoten in de tabellen van Bijlage 2).

Bij de Landbouwtelling van 2007 is voor dunne mest gevraagd naar de mestopslag zowel in als onder de stal en buiten de stal (zie Bijlage 5). Deze cijfers zouden moeten worden gebruikt

voor de berekeningen vanaf 2006 en zijn daardoor niet gebruikt voor de berekeningen voor het jaar 2005 in dit rapport. Aangezien de gegevens over mestopslag veranderen ten opzichte van de huidige gegevens, moeten de emissiefactoren voor emissie uit opslag worden aangepast bij berekeningen vanaf 2006.

De verdeling van stalsystemen per diercategorie

De verdeling van stalsystemen per diercategorie is in principe gebaseerd op de landbouwtelling. Indien voor bepaalde categorieën niet voldoende informatie beschikbaar is, kunnen andere bronnen worden gebruikt zoals provinciale bestanden en bestanden van bedrijven die onder de IPPC-richtlijn vallen (Integrated Pollution Prevention and Control; <http://ec.europa.eu/environment/ipcc>). Voor 2005 zijn naast gegevens uit de Landbouwtelling ook gegevens van vergunningen uit Noord-Brabant gebruikt (Bijlage 3).

Tabel 3.1. Gegevens die nodig zijn om de emissiefactoren voor emissie uit stallen en mestopslagen te berekenen (in % van de TAN-input).

Parameter	Afkorting	Bron
De N-excretie in de stal per diercategorie in het Rav-jaar	$NEXST_{d,Rav}$	Werkgroep Uniformering berekeningswijze Mest- en mineralencijfers (WUM)
De fractie urine-N (TAN) in de totale excretie in de stal in het Rav-jaar	$TANFRACST_d$	Dit rapport (Bijlage 2)
De mineralisatie van organische N	$NMIN$	10% van de uitgescheiden organische N voor dunne rundvee- en varkensmest en 0% voor overige mesten (Bijlage 11)
De Rav NH_3 -emissiefactor per diercategorie en stalsysteem	$EFNH_3Rav_{d,s}$	Rav
De fractie leegstand per dierplaats voor diercategorie d en stalsysteem s gedurende de stalperiode.	$FRACLEEG_{d,s}$	Diverse bronnen: Bijlage 4
De emissiefactor voor N_2 voor mest in stallen en mestopslagen buiten	EFN_2ST_N	Oenema <i>et al.</i> (2000)
De emissiefactor voor N_2O voor mest in stallen en mestopslagen buiten	EFN_2OST_N	Oenema <i>et al.</i> (2000)
De emissiefactor voor NO voor mest in stallen en mestopslagen buiten	$EFNOST_N$	Oenema <i>et al.</i> (2000)
De fractie van de in de stal geproduceerde mest die buiten wordt opgeslagen.	$FRACOP_{d,s,Rav}$	Groenestein <i>et al.</i> (2005) Oenema <i>et al.</i> (2000)
Het aandeel van verschillende stalsystemen met dunne mest en met vaste mest per diercategorie, inclusief verdeling van mestsoort per diercategorie	$FRACSTOP_{dd,s,m}$ $FRACSTOP_{dv,s,m}$	Landbouwtelling of provinciale bestanden (Bijlage 3)

4 Ammoniakemissie uit stallen

4.1 Rekenmethodiek

4.1.1 Ammoniakemissie

De totale NH₃-emissie uit stallen in een bepaald jaar wordt berekend uit

- Het aantal dieren per diercategorie in het betreffende jaar;
- De totale N-excretie in de stal per diercategorie en mestsoort (dun of vast);
- Het aandeel TAN in de excretie per diercategorie (dun of vast);
- De mineralisatie die optreedt bij mestopslag in de stal (dun of vast);
- De gemiddelde emissiefactoren voor NH₃ per diercategorie. Deze emissiefactor is gewogen voor het aandeel van de verschillende stalsystemen en mestsoorten (zie vorige hoofdstuk en bijlage 3).

De totale TAN-input via dunne mest wordt als volgt berekend:

$$TANINPST_{dd,t} = n_{d,t} * FRAC_d * (NEXST_{d,t} * TANFRACST_{d,t} + NEXST_{d,t} * (1 - TANFRACST_{d,t}) * NM/N/100) \quad (20)$$

waarbij

$TANINPST_{dd,t}$ = de som van urine-excretie in de stal en N-mineralisatie voor dunne mest van diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹;

$n_{d,t}$ = het aantal dieren voor diercategorie d in jaar t in miljoen dieren;

$FRAC_d$ = de fractie van de uitgescheiden N dat als dunne mest wordt opgeslagen

$NEXST_{d,t}$ = de N-excretie in de stal voor diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹;

$TANFRACST_{d,t}$ = de fractie urine-N in de totale excretie in de stal voor diercategorie d in het jaar t;

NM/N = de N-mineralisatie van organische N in % van de organische N-excretie

De totale TAN-input via vaste mest wordt als volgt berekend:

$$TANINPST_{dv,t} = TANINPST_{dd,t} * FRAC_v / FRAC_d \quad (21)$$

waarbij

$TANINPST_{dv,t}$ = de som van urine-excretie in de stal en N-mineralisatie voor vaste mest van diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹;

$FRAC_v$ = de fractie van de uitgescheiden N dat als vaste mest wordt opgeslagen.

De NH₃-emissie uit stallen met dunne mest van diercategorie d in jaar t wordt berekend als (Bijlage 17).

$$NH_3ST_{dd,t} = TANINPST_{dd,t} * EFNH_3ST_{dd,gem,TAN} \quad (22)$$

waarbij

$NH_3ST_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit alle stalsystemen voor dunne mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar

De NH₃-emissie uit stallen voor vaste mest van diercategorie d in jaar t wordt berekend als (Bijlage 17).

$$NH_3ST_{dv,t} = TANINPST_{dv,t} * EFNH_3ST_{dv,gem,TAN} \quad (23)$$

waarbij

$NH_3ST_{dv,t}$ = de NH_3 -emissie uit alle stalsystemen voor vaste mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹

De totale NH_3 -emissie uit stallen in jaar t is dan de som van de NH_3 -emissie van alle diercategorieën d in jaar t:

$$NH_3ST_t = \sum_{diercat} NH_3ST_{dd,t} + NH_3ST_{dv,t} \quad (24)$$

waarbij

NH_3ST_t = de totale NH_3 -emissie uit alle stalsystemen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

4.1.2 Emissie overige stikstofverbindingen

De verliezen aan N_2 , N_2O en NO moeten worden berekend om i) de hoeveelheid N die van de stal naar de mestopslag buiten gaat te berekenen en ii) de hoeveelheid N die aan gewassen wordt toegediend te berekenen. In de berekeningen wordt uitgegaan dat er geen N-uitspoeling plaatsvindt in de stal en mestopslag van opgeslagen mest.

De emissies aan N_2 , N_2O en NO uit stallen per diercategorie d in jaar t wordt berekend als (Bijlage 15):

$$NOVST_{dd,t} = TANINPST_{dd,t} * EFNOVST_{dd,gem,TAN} \quad (25)$$

waarbij

$NOVST_{dd,t}$ = de totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit alle stalsystemen voor dunne mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar

$$NOVST_{dv,t} = TANINPST_{dv,t} * EFNOVST_{dv,gem,TAN} \quad (26)$$

waarbij

$NOVST_{dv,t}$ = de totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit alle stalsystemen voor vaste mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹

De totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit stallen in jaar t is dan de som van N_2 -, N_2O - en NO-emissie van alle diercategorieën d in jaar t:

$$NOVST_t = \sum_{diercat} NOVST_{dd,t} + NOVST_{dv,t} \quad (27)$$

waarbij

$NOVST_t$ = de totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit alle stalsystemen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

4.2 Benodigde gegevens

In tabel 4.1 staan de gegevens die nodig zijn om de emissie uit stallen per diercategorie te berekenen. De meeste gegevens zijn ook nodig voor de berekening van de emissiefactoren vermeld in hoofdstuk 3, met als verschil dat gegevens in hoofdstuk 3 het Rav-jaar betreffen en die in het onderhavige hoofdstuk het jaar waarvan de emissie moet worden berekend (zie paragraaf 3.3).

Tabel 4.1 Gegevens die nodig zijn om de NH_3 -emissie uit stallen te berekenen in jaar t .

Parameter	Afkorting	Bron
Aantal dieren per categorie (zie Bijlage 17 voor categorieën) in betreffend jaar t	$n_{d,t}$	Landbouwtelling
De N-excretie in de stal per diercategorie in het betreffende jaar	$NEXST_{d,t}$	WUM
De fractie urine-N (TAN) in de excretie per diercategorie in het betreffende jaar	$TANFRACST_{d,t}$	Zou door WUM berekend kunnen worden (zie Bijlagen 7-10)
De fractie van de uitgescheiden N die als dunne en vaste mest wordt opgeslagen	$FRAC_d$ $FRAC_v$	
De N-mineralisatie van organische N	$NMIN$	Zie hoofdstuk 3
Gemiddelde emissiefactor voor NH_3 uit stallen per diercategorie (voor vaste en dunne mest)	$EFNH_3ST_{dd,gem,TAN}$ $EFNH_3ST_{dv,gem,TAN}$	Zie hoofdstuk 3
Gemiddelde emissiefactor voor overige N-emissies uit stallen per diercategorie (voor vaste en dunne mest)	$EFNOVST_{dd,gem,TAN}$ $EFNOVST_{dv,gem,TAN}$	Zie hoofdstuk 3

5 Ammoniakemissie uit mestopslagen buiten de stal

5.1 Rekenmethodiek

5.1.1 Ammoniakemissie

De totale NH₃-emissie en de emissie van overige N-verbindingen uit mestopslagen buiten de stal in een bepaald jaar worden berekend uit

- De TAN-input (urine-N excretie + N-mineralisatie) in de stal.
- De emissiefactoren voor NH₃ en overige N-verbindingen voor mestopslagen per diercategorie, uitgedrukt in percentage van de TAN-input. In deze emissiefactor is de overdracht van mest vanuit de stal naar de buitenopslag verrekend. De emissiefactoren zijn gewogen voor het aandeel van de verschillende stalsystemen en mestsoorten (zie Hoofdstuk 3 en Bijlage 3).

De NH₃-emissie uit mestopslagen voor dunne mest van diercategorie *d* in jaar *t* wordt berekend als

$$NH_3OP_{dd,t} = TANINPST_{dd,t} * EFNH_3OP_{dd,gem,TAN} \quad (28)$$

waarbij

$NH_3OP_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie *d* in jaar *t* in miljoen kg N jaar⁻¹.

De NH₃-emissie uit mestopslagen voor vaste mest van diercategorie *d* in jaar *t* wordt berekend als

$$NH_3OP_{dv,t} = TANINPST_{dv,t} * EFNH_3OP_{dv,gem,TAN} \quad (29)$$

waarbij

$NH_3OP_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie *d* in jaar *t* in miljoen kg N jaar⁻¹.

De totale NH₃-emissie uit mestopslagen in jaar *t* is dan de som van de NH₃-emissie van alle diercategorieën *d* in jaar *x*:

$$NH_3OP_t = \sum_{diercat} NH_3OP_{dd,t} + NH_3OP_{dv,t} \quad (30)$$

waarbij

NH_3OP_t = de totale NH₃-emissie uit mestopslagen in jaar *t* in miljoen kg N jaar⁻¹.

5.1.2 Emissie overige stikstofverbindingen

De verliezen aan N₂, N₂O en NO moeten worden berekend om de hoeveelheid N die aan gewassen wordt toegediend te berekenen.

De totale emissie aan N₂, N₂O en NO uit mestopslagen met dunne mest van diercategorie *d* in jaar *t* wordt berekend als.

$$NOVOP_{dd,t} = TANINPST_{dd,t} * EFNOVOP_{dd,gem,TAN} \quad (31)$$

waarbij

$NH_3OP_{dd,t}$ = de emissie aan N_2 , N_2O en NO uit mestopslagen met dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

De totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit mestopslagen met vaste mest van diercategorie d in jaar t wordt berekend als (Bijlage 15).

$$NOVOP_{dv,t} = TANINPST_{dv,t} * EFNOVOP_{dv,gen,TAN} \quad (32)$$

waarbij

$NOVOP_{dv,t}$ = de emissie aan N_2 , N_2O en NO met dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

De totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit mestopslagen in jaar t is dan de som van de N_2 , N_2O - en NO-emissie van alle diercategorieën d in jaar t:

$$NOVOP_t = \sum_{diercat} NOVOP_{dd,t} + NOVOP_{dv,t} \quad (33)$$

waarbij

$NOVOP_t$ = de totale emissie aan N_2 , N_2O en NO uit mestopslagen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

De hoeveelheid dunne mest die wordt opgeslagen in een buitenopslag voor diercategorie d in jaar t wordt berekend als

$$TANOP_{dd,t} = (TANINPST_{dd,t} - NH_3ST_{dd,t} - NOVST_{dd,t}) * FRACOP_{d,s,t} \quad (34)$$

waarbij

$TANOP_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹

$FRACOP_{d,s,t}$ = de fractie van de in de stal geproduceerde mest voor diercategorie d en stalsysteem s die buiten wordt opgeslagen in jaar t.

De hoeveelheid vaste mest die wordt opgeslagen in een buitenopslag voor diercategorie d in jaar t wordt berekend als

$$TANOP_{dv,t} = (TANINPST_{dv,t} - NH_3ST_{dv,t} - NOVST_{dv,t}) * FRACOP_{d,s,t} \quad (35)$$

waarbij

$TANOP_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹

De totale hoeveelheid N die buiten als dunne mest wordt opgeslagen wordt als volgt berekend:

$$NOP_{dd,t} = TANOP_{dd,t} + FRACOP_{d,s,t} * ((FRAC_d * (n_{d,t} * NEXST_{d,t} - TANINPST_{dd,t})) \quad (36)$$

waarbij

$NOP_{dd,t}$ = de hoeveelheid N in dunne mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹

De totale hoeveelheid N die buiten als vaste mest wordt opgeslagen wordt berekend als:

$$NOP_{dv,t} = TANOP_{dv,t} + FRACOP_{d,s,t} * ((FRAC_v * (n_{d,t} * NEXST_{d,t} - TANINPST_{dv,t})) \quad (37)$$

waarbij

$NOP_{dv,t}$ = de hoeveelheid N in vaste mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹.

5.2 Benodigde gegevens

In tabel 5.1 staan de gegevens die nodig zijn om de emissie uit mestopslagen te berekenen. De meest gegevens zijn ook nodig voor de berekening van de emissiefactor in hoofdstuk 3, met als verschil dat gegevens in hoofdstuk 3 het Rav-jaar betreffen en die in het onderhavige hoofdstuk het jaar waarvan de emissie moet worden berekend (zie paragraaf 3.2).

Tabel 5.1 Gegevens die nodig zijn om de NH_3 -emissie uit mestopslagen te berekenen in jaar t.

Parameter	Code	Bron
Aantal dieren per categorie (zie Bijlage 17 voor categorieën) in betreffend jaar x	$n_{d,t}$	Landbouwtelling
De TAN-input (urine-excretie + N-mineralisatie) in de stal per diercategorie	$TANINPST_{dd,t}$ $TANINPST_{dv,t}$	Hoofdstuk 4
NH_3 -emissiefactor voor mestopslagen buiten per diercategorie	$EFNH_3OP_{dd,gem,TAN}$ $EFNH_3OP_{dv,gem,TAN}$	Zie hoofdstuk 3
De fractie van de in de stal geproduceerde mest die buiten wordt opgeslagen.	$FRACOP_{d,s,t}$	Groenestein <i>et al.</i> (2005) Oenema <i>et al.</i> (2000) Landbouwtelling 2007 (Bijlage 5)
Emissiefactor voor overige N-emissies uit mestopslagen buiten per diercategorie	$EFNOVOP_{d,gem,TAN}$	Zie hoofdstuk 3

6 Ammoniakemissie uit mesttoediening

6.1 Rekenmethodiek

De hoeveelheid TAN die met mest wordt toegediend wordt berekend uit

- De TAN-input in de stal (de som van de urine-N-excretie en de TAN die is vrijgekomen door mineralisatie tijdens opslag);
- De verliezen aan NH₃ en overige N-verbindingen in stallen en mestopslagen;
- De hoeveelheid N in de mest die wordt verwerkt en buiten de landbouw wordt afgezet (hierbij wordt aangenomen dat hierbij geen NH₃-emissie optreedt);
- De hoeveelheid N die via mest wordt geëxporteerd;
- De hoeveelheid N die via mest wordt geïmporteerd;
- De veranderingen in jaarlijkse voorraad N die als mest is opgeslagen.

De hoeveelheid dunne mest die per diercategorie in een jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond wordt berekend als:

$$NTOEDT_{dd,t} = FRAC_d * NEXST_{d,t} - NH_3ST_{dd,t} - NOVST_{dd,t} - NH_3OP_{dd,t} - NOVOP_{dd,t} - NVERWERK_{dd,t} - NEXP_{dd,t} + NIMP_{dd,t} - NVOOR_{dd,t} \quad (38)$$

waarbij

$NTOEDT_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond in miljoen kg N;

$NVERWERK_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt verwerkt in miljoen kg N;

$NEXP_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt geëxporteerd in miljoen kg N;

$NIMP_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt geïmporteerd in miljoen kg N;

$NVOOR_{dd,t}$ = de verandering van de voorraad dunne mest in de opslag per diercategorie d in jaar t in miljoen kg N (een positief getal betekent dat de voorraad toeneemt en er dus minder mest is toegediend dan geproduceerd en een negatief getal betekent dat de voorraad afneemt en er dus meer mest is toegediend dan geproduceerd).

De hoeveelheid vaste mest die per diercategorie in een jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond wordt berekend als:

$$NTOEDT_{dv,t} = FRAC_v * NEXST_{d,t} - NH_3ST_{dv,t} - NOVST_{dv,t} - NH_3OP_{dv,t} - NOVOP_{dv,t} - NVERWERK_{dv,t} - NEXP_{dv,t} + NIMP_{dv,t} - NVOOR_{dv,t} \quad (39)$$

waarbij

$NTOEDT_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond in miljoen kg N;

$NVERWERK_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt verwerkt in miljoen kg N;

$NEXP_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt geëxporteerd in miljoen kg N;

$NIMP_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt geïmporteerd in miljoen kg N;

$NVOOR_{dv,t}$ = de verandering van de voorraad vaste mest in de opslag per diercategorie d in jaar t in miljoen kg N (een positief getal betekent dat de voorraad toeneemt en er dus minder mest is toegediend dan geproduceerd en een negatief getal betekent dat de voorraad afneemt en er dus meer mest is toegediend dan geproduceerd).

De totale hoeveelheid mest wordt verdeeld over grasland en bouwland. Voor beide typen landgebruik worden verschillende NH₃-emissiefactoren gebruikt (Bijlagen 14 en 18).

$$NTOEDB_{dd,t} = FRACB_{dd,t} * NTOEDT_{dd,t} \quad (40)$$

$$NTOEDG_{dd,t} = FRACG_{dd,t} * NTOEDT_{dd,t} \quad (41)$$

$$NTOEDB_{dv,t} = FRACB_{dv,t} * NTOEDT_{dv,t} \quad (42)$$

$$NTOEDG_{dv,t} = FRACG_{dv,t} * NTOEDT_{dv,t} \quad (43)$$

waarbij

$NTOEDB_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N;

$NTOEDG_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N;

$FRACB_{dd,t}$ = de fractie van de dunne mest van diercategorie d die aan bouwland wordt toegediend in jaar t;

$FRACG_{dd,t}$ = de fractie van de dunne mest van diercategorie d die aan grasland wordt toegediend in jaar t.

$NTOEDB_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N;

$NTOEDG_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N;

$FRACB_{dv,t}$ = de fractie van de vaste mest van diercategorie d die aan bouwland wordt toegediend in jaar t;

$FRACG_{dv,t}$ = de fractie van de vaste mest van diercategorie d die aan grasland wordt toegediend in jaar t.

De NH₃-emissie bij de toediening van mest aan grasland en bouwland wordt berekend uit i) de hoeveelheid TAN die via mest aan grasland en bouwland wordt toegediend en ii) de emissiefactoren voor NH₃-emissie bij toediening via verschillende technieken op bouwland en grasland.

De hoeveelheid TAN die per diercategorie/mestsoort wordt toegediend, wordt berekend uit de toediening van N aan grasland en bouwland en de fractie TAN in N in de mest die uit de stal en mestopslag worden afgevoerd. Hierbij wordt aangenomen dat de geïmporteerde mest dezelfde TAN-fractie heeft als de mest die uit de stal en opslag komt.

$$TANTOEDB_{dd,t} = NTOEDB_{dd,t} * VERHTANN_{dd,t} \quad (44)$$

$$TANTOEDG_{dd,t} = NTOEDG_{dd,t} * VERHTANN_{dd,t} \quad (45)$$

$$TANTOEDB_{dv,t} = NTOEDB_{dv,t} * VERHTANN_{dv,t} \quad (46)$$

$$TANTOEDG_{dv,t} = NTOEDG_{dv,t} * VERHTANN_{dv,t} \quad (47)$$

waarbij

$TANTOEDB_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N;

$TANTOEDG_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.

$TANTOEDB_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N;

$TANTOEDG_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.

$VERHTANN_{dd,t}$ = de verhouding tussen TAN en N in de dunne mest die uit de stal en opslag komt en wordt toegediend aan de bodem, berekend als

$$\frac{(TANINPST_{dd,t} - NH_3ST_{dd,t} - NOVST_{dd,t} - NH_3OP_{dd,t} - NOVOP_{dd,t}) / (NEXST_{dd,t} \cdot FRAC_d \cdot n_{d,t} - NH_3ST_{dd,t} - NOVST_{dd,t} - NH_3OP_{dd,t} - NOVOP_{dd,t})}{1}$$

$VERHTANN_{dv,t}$ = de verhouding tussen TAN en N in de vaste mest die uit de stal en opslag komt en wordt toegediend aan de bodem, berekend als

$$\frac{(TANINPST_{dv,t} - NH_3ST_{dv,t} - NOVST_{dv,t} - NH_3OP_{dv,t} - NOVOP_{dv,t}) / (NEXST_{dv,t} \cdot FRAC_v \cdot n_{d,t} - NH_3ST_{dv,t} - NOVST_{dv,t} - NH_3OP_{dv,t} - NOVOP_{dv,t})}{1}$$

De NH₃-emissie wordt berekend voor verschillende mesttoedieningstechnieken. Voor grasland worden de volgende toedieningstechnieken onderscheiden (Bijlagen 14 en 18): bovengrondse toediening, zodenbemesting, sleufkouter en sleepvoeten.

Voor bouwland worden de volgende toedieningstechnieken onderscheiden (Bijlage 14 en 18): bovengrondse toediening, mestinjectie/vollebedekking, onderwerken in 1 werkgang en onderwerken in 2 werkgangen.

De NH₃-emissie uit mest voor diercategorie d die is toegediend aan bouwland wordt berekend als

$$NH_3TOEDB_{d,t} = \sum_{\text{toedieningstechniek}} TANTOEDB_{dd,t} * FRACTOEDB_{a,dd,t} * EFTOEDB_a + TANTOEDB_{dv,t} * FRACTOEDB_{a,dv,t} * EFTOEDB_a \quad (48)$$

waarbij

$NH_3TOEDB_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit mest van diercategorie d toegediend aan bouwland in jaar t in miljoen kg N;

$FRACTOEDB_{a,dd,t}$ = de fractie van mesttoedieningstechniek a voor dunne mest op bouwland per diercategorie d in jaar t;

$FRACTOEDB_{a,dv,t}$ = de fractie van mesttoedieningstechniek a voor vaste mest op bouwland per diercategorie d in jaar t;

$EFTOEDB_a$ = de NH₃-emissiefactor voor mesttoedieningstechniek a op bouwland, in % van toegediende TAN.

De NH₃-emissie uit mest voor diercategorie d die is toegediend aan grasland wordt berekend als

$$NH_3TOEDG_{d,t} = \sum_{\text{toedieningstechniek}} TANTOEDG_{dd,t} * FRACTOEDG_{a,dd,t} * EFTOEDG_a + TANTOEDG_{dv,t} * FRACTOEDG_{a,dv,t} * EFTOEDG_a \quad (49)$$

waarbij

$NH_3TOEDG_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit mest van diercategorie d toegediend aan grasland in jaar t in miljoen kg N;

$FRACTOEDG_{a,dd,t}$ = de fractie van mesttoedieningstechniek a voor dunne mest op grasland per diercategorie d in jaar t;

$FRACTOEDG_{a,dv,t}$ = de fractie van mesttoedieningstechniek a voor vaste mest op grasland per diercategorie d in jaar t;

$EFTOEDG_a$ = de NH₃-emissiefactor voor mesttoedieningstechniek a op grasland in % van toegediende TAN.

De totale NH₃-emissie uit toegediende mest is dan gelijk aan de som van de NH₃-emissies uit verschillende mestsoorten aan grasland en aan bouwland

$$NH_3TOED_t = \sum_{\text{diersoorten}} NH_3TOEDB_{d,t} + \sum_{\text{diersoorten}} NH_3TOEDG_{d,t} \quad (50)$$

waarbij

NH_3TOED_t = de totale NH₃-emissie uit mesttoediening in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

6.2 Benodigde gegevens

De hoeveelheid TAN die met mest wordt toegediend aan de bodem wordt berekend uit de urine-N excretie en mineralisatie van organische N in stallen en de gasvormige stikstofverliezen die in stallen en mestopslagen optreden. Op basis van CBS-statistieken, gegevens van LNV-Dienst Regelingen en berekeningen van de mestmarkt worden deze hoeveelheden gecorrigeerd voor mestverwerking, export van mest, import van mest en verandering van de voorraad mest in de opslag.

De giften van mest aan grasland en bouwland worden gebaseerd op de resultaten van de berekeningen die in het kader van de monitoring van de mestmarkt worden uitgevoerd (Luesink *et al.*, 2008; gebaseerd op het bedrijveninformatienet van het LEI). Indien er geen gegevens zijn van de verdeling van mest over bouwland en grasland, dan kan op basis van de verlies- of gebruiksnormen een schatting gemaakt worden van de verdeling van mest over grasland en bouwland en op basis van de acceptatiegraden in de diverse regio's (opvulling van gebruiksnormen).

De toegepaste emissiefactoren voor NH₃-emissie bij toediening van mest zijn afgeleid uit statistische analyse van de resultaten van veldonderzoek in Nederland tot en met 2007 (Huijsmans en Vermeulen, 2008).

Voor de implementatiegraad van toedieningstechnieken worden de resultaten van de Landbouwtelling gebruikt. In de Landbouwtelling van 2005 is gevraagd naar de mesttoediening op grasland en op bouwland. Bij grasland was de keuze: mestinjectie, zodenbemesting, sleufkouter en sleepvoeten en overige (Bijlage 6). Aangenomen is dat een deel van de mest bovengronds is uitgereden (Bijlage 6). Bij bouwland was de keuze: injectie, sleepvoeten en sleepslangen, onderwerken in één werkgang, onderwerken in twee werkgangen en overige (Bijlage 6). Aangenomen is dat een deel van de mest bovengronds is uitgereden (Bijlage 6). Het verdient aanbeveling nadere informatie te verzamelen over de implementatie van de verschillende toegepaste technieken in de praktijk (Tabel 6.1)

Tabel 6.1 Gegevens die nodig zijn om de NH₃-emissie uit toegediende mest te berekenen in jaar *t*.

Parameter	Code	Bron
De hoeveelheid verwerkte dunne en vaste mest	$NVERWERK_{dd,t}$ $NVERWERK_{dv,t}$	CBS
De hoeveelheid geëxporteerde dunne en vaste mest	$NEXP_{dd,t}$ $NEXP_{dv,t}$	CBS + LNV-DR
De hoeveelheid geïmporteerde dunne en vaste mest	$NIMP_{dd,t}$ $NIMP_{dv,t}$	CBS + LNV-DR
De verandering in voorraad van opgeslagen dunne en vaste mest	$NVOOR_{dd,t}$ $NVOOR_{dv,t}$	Monitoring mestmarkt
De fractie van de dunne en vaste mest die op grasland wordt toegediend	$FRACTOEDG_{a,d,t}$	Monitoring mestmarkt/BIN
De fractie van de dunne en vaste mest die op bouwland wordt toegediend	$FRACTOEDB_{a,d,t}$	Monitoring mestmarkt/BIN
De fracties van mesttoedieningstechnieken voor dunne en vaste mest op grasland	$FRACTOEDG_{a,v,t}$	Landbouwtelling; Bijlage 6
De fracties van mesttoedieningstechnieken voor dunne en vaste mest op bouwland	$FRACTOEDB_{a,v,t}$	Landbouwtelling; Bijlage 5
NH ₃ -emissiefactor voor mesttoediening op grasland	$EFTOEDG_a$	Bijlagen 14 en 18
NH ₃ -emissiefactor voor mesttoediening op bouwland	$EFTOEDB_a$	Bijlagen 14 en 18

7 Ammoniakemissie door beweiding

7.1 Rekenmethodiek

De ammoniakemissie uit beweiding wordt berekend uit:

- de N-excretie in de weide per graasdiercategorie, miljoen kg N (Bijlagen 7 en 10)
- het aandeel TAN in de N-excretie, % van totale N-excretie (Bijlagen 7 en 10)
- de emissiefactoren voor beweiding, in % van urine-N-excretie in de weide (Bijlage 15)

$$TANEXWEI_{d,t} = NEXWEI_{d,t} * TANFRACWEI_{d,t} \quad (51)$$

waarbij

$TANEXWEI_{d,t}$ = de urine-N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹;
 $NEXWEI_{d,t}$ = de totale N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹;
 $TANFRACWEI_{d,t}$ = de fractie urine-N in de totale N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t.

De totale NH₃-emissie uit beweiding voor diercategorie d in jaar t wordt berekend als

$$NH_3WEI_{d,t} = n_{d,t} * TANEXWEI_{d,t} * EFNH_3BEW_{d,t,TAN} \quad (52)$$

waarbij

$NH_3WEI_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit beweiding bij diercategorie d in jaar t in miljoen kg N;
 $EFNH_3BEW_{d,t,TAN}$ = de emissiefactor voor beweiding in jaar t in % van urine-N-excretie.

De emissiefactor voor beweiding wordt jaarlijks berekend (jaarspecifieke emissiefactor).

De totale NH₃-emissie uit beweiding bedraagt dan

$$NH_3WEI_t = \sum_{\text{graasdiersoorten}} NH_3WEI_{d,t} \quad (53)$$

waarbij

NH_3WEI_t = de totale NH₃-emissie uit beweiding in jaar t in miljoen kg N.

7.2 Benodigde gegevens

In tabel 7.1. staan de benodigde gegevens voor de berekening van de emissies uit beweiding. In de berekening van de N-excretie in de weide door de WUM wordt uitgegaan van een verdeling van beweidingssystemen in een bepaald jaar.

Tabel 7.1.. Gegevens die nodig zijn om de NH₃-emissie uit beweiding te berekenen in jaar t.

Parameter	Code	Bron
Aantal dieren per categorie (zie Bijlage 10 voor categorieën) in betreffend jaar t	$n_{d,t}$	Landbouwtelling
Urine-N-aandeel in excretie	$TANFRACWEI_{d,t}$	Dit rapport (Bijlagen 7 en 10)
N-excretie in de wei	$NEXWEI_{d,t}$	WUM (Bijlage 10)
Emissiefactoren beweiding voor graasdieren in jaar t in % van urine-N-excretie	$EFNH_3BEW_{d,t,TAN}$	Bijlage 15

8 Ammoniakemissie uit kunstmest

8.1 Rekenmethodiek

De ammoniakemissie uit kunstmest wordt berekend uit (Bijlage 19):

- de hoeveelheid kunstmest die wordt toegediend per type kunstmest;
- de emissiefactor per kunstmestsoort (Bijlage 16).

Voor elke kunstmestsoort wordt de NH₃-emissie als volgt berekend.

$$NH_3KUNST_{k,t} = NKUNSTMEST_{k,t} * EFNH_3KUNST_{k,N} \quad (54)$$

waarbij

$NH_3KUNST_{k,t}$ = de NH₃-emissie uit kunstmest k in jaar t in miljoen kg N;

$NKUNSTMEST_{k,t}$ = de totale hoeveelheid toegediende kunstmest k in jaar t in miljoen kg N;

$EFNH_3KUNST_{k,N}$ = de NH₃-emissiefactor van kunstmest k in % van de toegediende N.

De totale NH₃-emissie uit kunstmest is gelijk aan de som van de NH₃-emissies uit verschillende kunstmestsoorten.

$$NH_3KUNST_t = \sum_{\text{kunstmestsoorten}} NH_3KUNST_{k,t} \quad (55)$$

waarbij

NH_3KUNST_t = de totale NH₃-emissie uit toegediende kunstmest in jaar t in miljoen kg N.

8.2 Benodigde gegevens

In bijlage 16 worden de emissiefactoren voor kunstmest gegeven. De emissiefactoren zijn gebaseerd op de reviewpaper van Bouwman *et al.* (2002); er wordt afgeweken van de Tier 2 methode van het EMEP/CORINAIR Guidebook (Bijlage 16). Het gebruik van de verschillende soorten kunstmest wordt overgenomen van de kunstmeststatistiek van LEI (Tabel 8.1.)

Tabel 8.1. Gegevens die nodig zijn om de totale NH₃-emissie uit toegediende kunstmest te berekenen in jaar t.

Parameter	Code	Bron
De totale hoeveelheden toegediende kunstmest per kunstmestsoort	$NKUNSTMEST_{k,t}$	LEI statistieken
De NH ₃ -emissiefactoren voor kunstmestsoorten	$EFNH_3KUNST_{k,N}$	Berekend op basis van de paper van Bouwman <i>et al.</i> (2002); Bijlage 16

9 Totale ammoniakemissie in Nederland

9.1 Rekenmethodiek

De totale NH₃-emissie uit de landbouw in Nederland wordt berekend als de som van de NH₃-emissie uit stallen (hoofdstuk 4), mestopslagen buiten de stal (hoofdstuk 5), mesttoediening (hoofdstuk 6), beweiding (hoofdstuk 7) en kunstmest (hoofdstuk 8):

$$NH_3\text{LANDBOUW}_t = NH_3ST_t + NH_3OP_t + NH_3TOED_t + NH_3WEI_t + NH_3KUNST_t \quad (56)$$

waarbij

$NH_3\text{LANDBOUW}_t$ = de totale NH₃-emissie uit de landbouw in Nederland in jaar t in miljoen kg N.

Door de uitkomst van vergelijking 56 te vermenigvuldigen met 17/14 kan de NH₃-emissie worden uitgedrukt in miljoen kg NH₃ in plaats van NH₃-N.

9.2 Berekeningen

9.2.1 Veranderingen ten opzichte van de Milieubalans-methodiek

De effecten van verandering van de rekenmethodiek op de nationale NH₃-emissie zijn doorgerekend met de ontwikkelde rekentool (een spreadsheetmodel). De resultaten van berekeningen voor het jaar 2005 laten zien dat ten opzichte van de MNP/LEI-methodiek die wordt toegepast in de Milieubalans de volgende wijzigingen optreden (Tabel 9.1.; in deze tabel zijn de resultaten uitgedrukt in NH₃):

- De totale NH₃-emissie uit stallen neemt af van 56,2 naar 51,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit mestopslagen buiten de stal neemt af van 4,2 naar 2,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit mesttoediening neemt toe van 39,1 naar 50,6 miljoen kg NH₃;
- De totale NH₃-emissie uit beweiding neemt af van 8,6 naar 2,5 miljoen kg NH₃;
- De emissie uit kunstmest neemt toe van 11,9 naar 13,9 miljoen kg NH₃.

De totale NH₃-emissie in 2005 is 121,3 miljoen kg NH₃ en is 1,3 mln kg hoger dan de methodiek uit de Milieubalans. Voor het jaar 2005 is het verschil tussen beide methodieken relatief klein. De verschillen tussen de verschillende bronnen van NH₃ is echter groot. Het mag niet worden uitgesloten dat de verschillen tussen beide methodieken groter zijn bij berekeningen in het verleden en in de toekomst. Dit geldt met name indien de fractie TAN in de totale N-excretie verandert, omdat de oude methodiek hier geen rekening meehoudt.

Het wordt aanbevolen om ook berekeningen uit te voeren voor begin jaren '90 en deze te vergelijken met de Milieubalans.

Tabel 9.1 NH_3 -emissies in miljoen kg NH_3 in 2005 volgens de methodiek uit Milieubalans 2005 en de nieuwe methodiek.

Bron	Nieuwe methodiek			Milieubalans			Verschil	
	Stal	Opslag	Totaal	Stal	Opslag	Totaal	Miljoen kg NH_3	%
Dierlijke mest	51,6	2,6	54,3	56,2	4,2	60,4	-6,1	-10
Rundvee	21,2	1,3	22,5	24,8	1,4	26,2	-3,7	-14
Varkens	17,5	0,6	18,1	20,5	0,3	20,8	-2,7	-13
Pluimvee	11,5	0,7	12,2	10,9	2,6	13,5	-1,3	-10
Overig*	1,5	0,0	1,5	-	-	-		
Beweiding			2,5			8,6	-6,1	-71
Mesttoediening			50,6			39,1	11,5	29
Grasland			28,8			16,3	12,5	77
Bouwland			21,8			22,8	-1,0	-4
Totaal dierlijke mest			107,4			108,1	-0,7	-1
Kunstmest			13,9			11,9	2,0	17
Totaal			121,3			120,0	1,3	1

*nieuwe methodiek: de categorie overig omvat schapen, geiten, paarden en pony's, konijnen en pelsdieren. In de Milieubalans zijn schapen en geiten opgenomen bij rundvee, zijn paarden en pony's niet beschouwd en zijn konijnen en pelsdieren opgenomen bij pluimvee

9.2.2 Berekeningen bij verschillende uitgangspunten

Er zijn berekeningen uitgevoerd bij verschillende uitgangspunten om de effecten van gevoeligheden van parameters en onzekerheden in de inputs op de berekende emissies te verkennen. In figuur 9.1 staan de resultaten van de berekeningen weergegeven. Hieronder wordt een toelichting gegeven van verschillende uitgangspunten voor de berekeningen en worden de resultaten bediscussieerd.

Mineralisatie

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de mineralisatie van organische N in dunne mest: mineralisatie gelijk aan 0% en 20% van de organische N. De 0% weerspiegelt de berekening zonder rekening te houden met mineralisatie (zoals bijvoorbeeld in het model dat Denemarken toepast voor NH_3 -ramingen). De waarde van 20% is een relatief hoge schatting, maar het is zeker niet ondenkbaar dat de mineralisatie van dunne mest in stallen in Nederland 20% van de organische N bedraagt. De berekeningen geven aan dat de mineralisatie een duidelijke invloed heeft op de berekende NH_3 -emissie met een range van bijna 6 miljoen kg NH_3 tussen geen mineralisatie en relatief hoge mineralisatie. De mineralisatie heeft niet alleen effect op de NH_3 -emissie uit stallen, maar ook op die uit mestopslagen en mesttoediening. Een andere onzekerheid bij mineralisatie is dat in het model wordt aangenomen dat alle uitgescheiden organische N meteen mineraliseert, terwijl dit proces in de werkelijkheid geleidelijk in de tijd verloopt. Dit zou tot een overschatting van de NH_3 -emissie uit stallen kunnen leiden.

Berekende TAN-fractie in de totale N-excretie

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de fractie TAN in de excretie: een TAN-fractie die relatief 10% hoger en lager is dan de standaard waarde voor 2005 (dus bijvoorbeeld bij een TAN-fractie van 70% in 2005, wordt een berekening uitgevoerd bij een TAN-fractie van 63 en 77%). Grotere variaties in TAN-fracties zijn niet aannemelijk. De berekeningen laten zien dat variaties in TAN een groot effect hebben op de totale NH_3 -emissie (van - 8,3 miljoen kg NH_3 tot + 8,3 miljoen kg NH_3 ten opzichte van 2005). Dit wordt veroorzaakt doordat de emissiefactoren op TAN zijn gebaseerd en zowel de emissies uit

stallen, mestopslagen, beweiding en mesttoediening hierdoor worden beïnvloed. Het is dus belangrijk dat de TAN-fractie in de excretie goed wordt berekend. De in dit rapport beschreven methoden om de TAN-input te berekenen, maken gebruik van rantsoengegevens en N-verteerbaarheid. Deze methoden zijn behept met onzekerheden, maar geven een betere schatting dan het gebruik van vaste waarden van TAN die niet zijn gebaseerd op rantsoensamenstelling en N-verteerbaarheid.

Emissiefactor stalemissies melkvee

Er is een berekening uitgevoerd waarbij er van uitgegaan wordt dat de NH₃-emissiefactor voor melkvee 20% hoger is dan de huidige Rav-waarde. Er zijn indicaties dat de huidige Rav-emissiefactor voor melkvee te laag is. Dit wordt deels veroorzaakt door het niet toepassen in de Rav van de formule van Van Duinkerken *et al.* (2003)¹. Voor melkkoeien staan twee factoren voor gangbare huisvesting in de Rav, namelijk permanent opstallen (11,0 kg NH₃ per dierplaats) en beperkt weiden (9,5 kg NH₃). Als de formule op basis van van Duinkerken wordt toegepast dan worden de factoren hoger; voor permanent opstallen 11,6 kg NH₃ en voor beperkt weiden 10,1 kg NH₃. De nationale NH₃-emissie neemt bij toepassing van de formule van Van Duinkerken toe met 0,2 mln kg. Een andere factor is volgens Smits *et al.* (2007) dat de stalemissie van melkvee in de laatste decennia is verhoogd door de grotere ventilatieopeningen in nieuwe en aangepaste bestaande stallen (zijwanden eruit). Daardoor ontstaan hogere ventilatieniveaus en hogere luchtsnelheden over emitterende oppervlakken, met name 's zomers. De berekeningen geven aan dat een verhoging van de Rav-emissiefactor voor melkvee met 20% leidt tot verhoging van de NH₃-emissie met 2,6 miljoen kg (Figuur 9.1.).

Emissiefactor stalemissies hokdieren

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd waarbij er van wordt uitgegaan dat de NH₃-emissiefactor voor hokdieren 25% hoger respectievelijk lager is dan de huidige Rav-waarden. Dit is een bandbreedte waarvan verwacht wordt dat de werkelijke emissiefactoren hierbinnen vallen. De nationale NH₃ emissie is 2,4 miljoen kg NH₃ hoger of lager bij een 25% hogere of lagere emissiefactor.

Aandeel emissiearme huisvesting

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd waarbij het aandeel emissiearme stallen voor alle diercategorieën 25% hoger respectievelijk lager is dan de toegepaste waarden. Het effect is beperkt (1 à 2 miljoen kg NH₃). Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat de beperkte implementatie van emissiearme stalsystemen in 2005 (8% voor melkvee, 30-40% voor varkens, 10-30% voor enkele pluimveecategorieën) en dat een stijging met 25% nog steeds leidt tot een beperkt aandeel. Daarnaast wordt het effect van emissiearme huisvesting deels teniet gedaan door hogere verliezen bij toediening. Dit komt doordat de hoeveelheid N in de toe te dienen mest bij emissiearme huisvesting hoger is. Wanneer 100% van de stallen emissiearm is voor melkvee, varkens, leghennen, vleeskuikens, ouderdieren van vleeskuikens en kalkoenen neemt de NH₃-emissie af met 14 miljoen kg (dit is niet opgenomen in figuur 9.1.).

Emissiefactor mestopslag

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, waarbij de emissiefactor voor NH₃-emissie uit mest 20% hoger en lager is dan de toegepaste waarde. De emissiefactor voor NH₃ uit afgedekte mestopslagen is gebaseerd op het onderzoek van De Bode (1990) uit eind jaren '80. Het is niet duidelijk of de emissie onder de huidige omstandigheden anders is dan uit dat onderzoek. De emissiefactor van NH₃ uit mestopslagen is echter laag (1-2% van totaal N) en daardoor is

¹ Met de formule van Duinkerken (Van Duinkerken *et al.*, 2003) kan de NH₃-emissie uit melkveestallen worden berekend uit gegevens van de temperatuur en het gehalte aan melkureum.

het effect van een hogere of lager emissiefactor voor opslag op de totale NH₃-emissie ook klein (< 1 miljoen kg NH₃).

Emissiefactoren overige N-emissies

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, waarbij de emissiefactor voor overige emissies uit stallen en mestopslagen 50% hoger en lager is dan de toegepaste waarden. De emissiefactoren voor emissies van N₂, N₂O en NO zijn grotendeels gebaseerd op schattingen, omdat meetgegevens ontbreken (Oenema *et al.*, 2000). Ook na de studie van Oenema *et al.* (2000) zijn weinig meetgegevens over deze emissies gepubliceerd. De onzekerheid is dus groot. Het effect op de totale NH₃-emissie is echter gering (< 2 miljoen kg NH₃), omdat de emissiefactoren laag zijn, met name voor dunne mest.

Emissiefactoren mesttoediening

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, waarbij de emissiefactor voor mesttoediening voor alle technieken 25% hoger en lager is dan de toegepaste waarden. Het onderzoek van Huijsmans (Bijlage 14) laat zien dat er een significante stijging optrad in de emissiefactor voor zodenbemesting in de loop van de jaren '90. Het is niet duidelijk of deze trends zich hebben voortgezet en of er andere factoren zijn die van invloed zijn op de NH₃-emissie (zoals effect van mesttoediening tijdens zonnig voorjaarsweer; Smits *et al.*, 2005). Het effect op de landelijke NH₃-emissie is zeer groot. Als de emissiefactor van alle toedieningstechnieken 25% lager is dan neemt de NH₃-emissie met 12 miljoen kg NH₃ af. Als die 25% hoger is dan neemt de NH₃-emissie met 12 miljoen kg NH₃ toe.

Emissiefactor toediening pluimveemest

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, waarbij de emissiefactor voor mesttoediening voor pluimveemest 25% en 50% lager is dan de toegepaste waarden. Deze berekeningen zijn gebaseerd op aannames voor de correctie van pluimveemest voor aanwezigheid van urinezuur (Bijlage 13). De berekening geeft aan dat correctie voor de aanwezigheid van urinezuur een niet te verwaarlozen effect heeft op de NH₃-emissie (de emissie neemt af met 2-4 miljoen kg NH₃). Om een correctie te kunnen toepassen is echter meer kennis nodig over gehalten aan urinezuur en het lot van urinezuur na toediening aan de bodem.

Meer sleepvoet in plaats van zodenbemesting

Er is een berekening uitgevoerd waarbij er van uitgegaan wordt dat meer mest met sleepvoet wordt toegediend (40% in plaats van 25%) en minder mest met zodenbemesting (51% in plaats van 66%). Deze berekening is uitgevoerd om inzicht te krijgen in het effect van een andere mesttoediening. Dit effect wordt nagebootst door aan te nemen dat er minder zodenbemesting en meer bemesting door middel van sleepvoeten en sleepslangen is toegepast. De emissie neemt iets toe: 1,4 miljoen kg NH₃.

Meer graasdierenmest naar grasland

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, waarbij er van uit wordt gegaan dat 20% meer graasdierenmest aan grasland (en 20% minder naar bouwland) en 20% minder graasdierenmest aan grasland (en 20% meer naar bouwland) wordt toegediend. Deze berekening wordt uitgevoerd om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van het model voor de verdeling van mest over grasland en bouwland. De berekeningen geven aan dat de verdeling van mest over grasland en bouwland een klein effect heeft op de totale NH₃-emissie. Dit wordt veroorzaakt doordat bij de implementatiegraden en emissiefactoren van de technieken voor bouwland en grasland, de verschillen in gemiddelde emissiefactor tussen grasland en bouwland relatief klein zijn. De berekening van de nationale NH₃-emissie is dus beperkt gevoelig voor de verdeling van mest over bouwland en grasland.

Emissiefactor beweiding

Er zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de emissiefactor voor beweiding gelijk is gesteld aan 4,5% en 10% van de TAN-excretie tijdens beweiding (de emissiefactor in het model is 3,3% voor 2005). De 10% is de emissiefactor die gebruikt wordt in het EMEP-CORINAIR guidebook en is gebaseerd op Reidy *et al.* (2008). De 4,5% is gebaseerd op de emissiefactor uit het onderzoek van Bussink (1994) bij een bemesting van 250 kg N per ha zonder enige correctie voor beweidingssysteem, kunstmestgift, N-gehalte rantsoen en grondsoort (Bijlage 15). Het overnemen van de emissiefactor van EMEP-CORINAIR leidt tot een significante verhoging van de nationale NH₃-emissie met 5,4 miljoen kg NH₃. Deze emissiefactor is echter een overschatting voor de huidige beweidingssystemen (Bijlage 15). Het gebruik van een emissiefactor die is afgeleid uit de ongecorrigeerde gegevens van Bussink leidt tot een kleine verhoging van NH₃-emissie (1 miljoen kg NH₃).

Effect beweidingssysteem

Er is een berekening uitgevoerd waarbij meer permanent wordt opgesteld (40% permanent opstallen in plaats van 17% en 30% onbeperkt beweiden in plaats van 52%). Daarnaast is er een berekening uitgevoerd waarbij meer onbeperkt wordt beweide (50% onbeperkt beweiden in plaats van 30% en 40% beperkt beweiden in plaats van 52%) en 10% permanent opstallen (in plaats van 17%). Deze berekeningen geven een indruk van de gevoeligheid van de berekeningen voor beweidingssystemen. De beweidingssystemen in Nederland zijn sterk veranderd de laatste jaren (er is een trend naar meer beperkt beweiden; Aarts *et al.*, 2008b). Het effect van de doorgerekende variatie in beweidingssystemen op de nationale NH₃-emissie bedraagt enkele miljoenen kg NH₃ (van -2,1 tot + 1,9 kg NH₃).

Aantal paarden en pony's

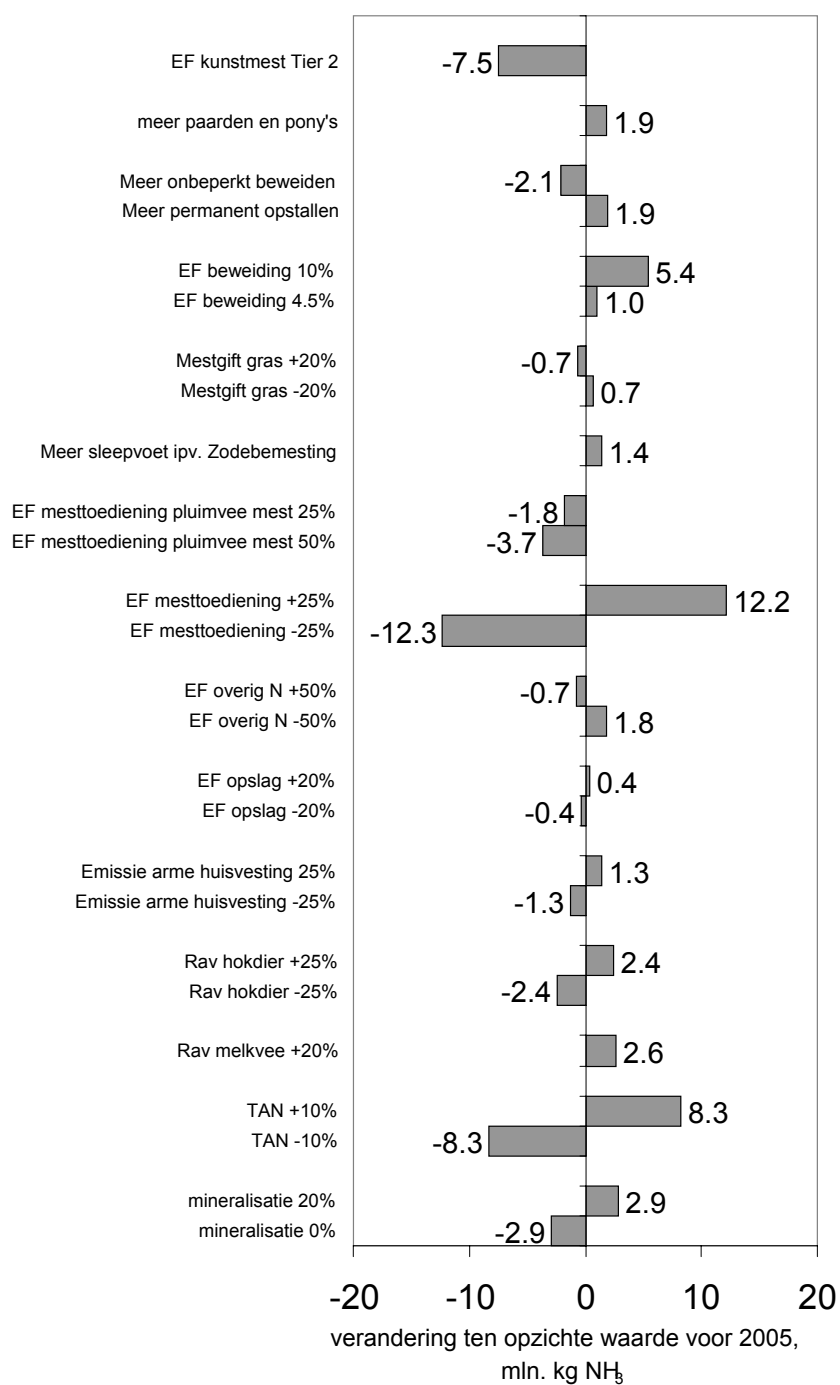
Er is een berekening uitgevoerd waarbij er van uit wordt gegaan dat het aantal paarden en pony's veel hoger is dan nu uit de Landbouwtelling volgt (300.000 paarden en 200.000 pony's in plaats van in totaal 130.000 paarden en pony's uit de Landbouwtelling). De Landbouwtelling geeft mogelijk een grote onderschatting van het aantal paarden en pony's, omdat een groot aantal paarden en pony's buiten landbouwbedrijven wordt gehouden. Door de CDM-werkgroep monitoring mestmarkt (Luesink *et al.*, 2006) en door ER worden de dieren die niet worden geteld in de Landbouwtelling niet tot de landbouw gerekend. De emissies van deze hobbymatig gehouden dieren vallen derhalve onder huishoudens en niet onder de landbouw. Het betreft naast paarden en pony's ook schapen en pluimvee. De totale NH₃-emissie neemt toe met ongeveer 2 miljoen kg NH₃ bij 300.000 paarden en 200.000 pony's in plaats van de in totaal 130.000 paarden en pony's uit de Landbouwtelling.

Volledige acceptatie Tier 2 kunstmest

Er is een berekening uitgevoerd waarbij het effect is onderzocht van het volledig accepteren van de Tier 2 methode voor kunstmest uit het EMEP CORINAIR Guidebook (versie mei 2008) in plaats van de emissiefactoren die zijn afgeleid uit de paper van Bouwman *et al.* (2002). De emissie neemt daardoor fors af (7,5 miljoen kg NH₃).

Conclusie

Op basis van de berekeningen wordt geconcludeerd dat de berekende nationale NH₃-emissie in Nederland is omgeven met een onzekerheid van enkele miljoenen tot meer dan 10 miljoen kg NH₃. De factoren die tot de grootste veranderingen in NH₃-emissie kunnen leiden zijn de emissiefactor voor mesttoediening en de berekende TAN-excretie. Ook andere factoren kunnen tot veranderingen in enkele miljoenen kg NH₃ leiden, zoals mineralisatie tijdens bewaring van mest, emissiefactoren voor stalsystemen en emissiefactoren en systemen voor beweiding. Het toepassen van de EMEP/CORINAIR Tier 2 methode voor kunstmest in plaats van de emissiefactor afgeleid uit Bouwman *et al.* (2002) heeft ook een groot effect op de berekende NH₃-emissie.



Figuur 9.1. Verandering in ammoniakemissie uit de landbouw in miljoen kg NH₃ bij verschillende uitgangspunten ten opzichte van de parameter- en inputwaarden in het model voor 2005 (de totale emissie in 2005 bedraagt 121,3 miljoen kg NH₃; zie Tabel 9.1.). De uitgangspunten worden in paragraaf 9.2.2. nader beschreven.

10 Discussie en aanbevelingen

10.1 Methodiek voor berekening van ammoniakemissie

In dit rapport wordt een nieuwe methodiek beschreven voor berekening van de NH_3 -emissie in Nederland. De belangrijkste verandering ten opzichte van de huidige methodiek is dat alle emissiefactoren worden gebaseerd op TAN. De methodiek volgt voor alle bronnen behalve kunstmest de zogenaamde Tier 3 procedure van het EMEP-CORINAIR handboek; een gedetailleerde landenspecifieke rekenmethodiek. Voor kunstmest wordt een andere methodiek gevolgd dan de Tier 2 methode van EMEP/CORINAIR (Bijlage 15).

Er zijn enkele voordelen aan deze methode, zoals i) betere kwantificering van effecten van rantsoensamenstelling op NH_3 -emissie, ii) berekening van emissie door mesttoediening op basis van berekende TAN in plaats van standaardwaarden voor TAN en iii) aansluiting bij internationaal geaccepteerde methodieken (EMEP-CORINAIR, Reidy *et al.*, 2008). Het mag niet worden uitgesloten dat het guidebook van EMEP-CORINAIR in de toekomst de basis vormt voor rekenmethodieken die landen gebruiken bij rapportages van NH_3 -emissie.

Deze rekenmethodiek vraagt wel om extra informatie; de urine-N-excretie en de mineralisatie moeten worden berekend. Er zijn methoden opgesteld om de TAN-excretie van graasdieren, pluimvee en varkens te berekenen op basis van gegevens over rantsoenen (Bijlagen 7, 8 en 9). Deze berekening moet jaarlijks worden uitgevoerd, zodat effecten van veranderingen in rantsoensamenstelling op NH_3 -emissie goed kunnen worden gekwantificeerd. De toegevoegde waarde van dit model ten opzichte van andere (internationale) modellen (Reidy *et al.*, 2008) is dat in dit model uitgegaan wordt van actuele rantsoensamenstellingen en N-verteerbaarheid van de afzonderlijke bestanddelen en niet van vaste TAN-waarden of empirisch gemiddelde verteringswaarden. Het is daarom belangrijk om deze rekenmethodiek in wetenschappelijke tijdschriften te publiceren.

De mineralisatie van organische N in mest in de stal is geschat op basis van enkele literatuurgegevens. Hierbij wordt aangenomen dat organische N alleen in de stal mineraliseert. In werkelijkheid zal een deel van de mineralisatie in de opslag in de stal optreden en een deel in mestopslag buiten de stal. Dat betekent dat de emissie uit de stal iets overschat, en die uit opslag iets onderschat wordt.

Het vergelijken van de berekende TAN-fracties in mest met gemeten waarden verschaft inzicht in de plausibiliteit van het model. Op basis van de berekeningen kan het aandeel TAN in de mest die wordt toegediend worden berekend (Bijlage 12). In de adviesbasis voor bemesting grasland en voedergrassen wordt de samenstelling van mest gegeven, waaruit ook het aandeel TAN kan worden berekend. In tabel 10.1 wordt voor enkele categorieën een vergelijking gemaakt tussen berekende en gemeten TAN-fracties in mest. Op basis van deze tabel kan worden geconcludeerd dat de berekende TAN-fracties voor dunne mest van varkens goed overeenkomen met de gemeten TAN-fracties uit het bemestingsadvies. De berekende TAN-fracties voor vaste pluimveemesten zijn in het algemeen (veel) hoger dan de TAN-fracties uit het bemestingsadvies. Dit wordt veroorzaakt doordat de berekende TAN-uitscheiding van pluimvee de urine-N-uitscheiding is, dat hoofdzakelijk uit urinezuur bestaat (Bijlage 9). Door droging wordt een deel van het urinezuur niet omgezet in NH_4^+ (Bijlage 13), waardoor het gemeten TAN-gehalte lager is dan de berekende. Het grote verschil tussen berekende en gemeten TAN-gehalte suggereert dat er veel urinezuur aanwezig is in pluimveemesten. Dit kan

van invloed zijn op de berekende NH_3 -emissie na mesttoediening, omdat urinezuur in de bodem snel wordt omgezet in NH_4 (Bijlage 13). De fractie TAN in dunne kippenmest is volgens het bemestingsadvies 0,57 en deze waarde ligt al veel dichterbij de berekende fractie van 0,67. Bij pluimveemest speelt daarnaast een rol dat er een groot aantal stal- en mestopslagsystemen bestaan en het niet duidelijk is op welke stalsystemen de gegevens uit het bemestingsadvies zijn gebaseerd.

De berekende TAN-fractie (Tabel 10.1) bij melkvee is hoger dan die volgens het bemestingsadvies. Recente gegevens uit lopend onderzoek² laten TAN-fracties van dunne rundermest zien variërend van 47 tot 60%. Onderzoek van Reijs (2007) geeft aan dat de TAN-fractie in dunne rundermest gemiddeld in Nederland 53% is, maar de bandbreedte is groot (van 34 tot 73% met name veroorzaakt door verschillen in het rantsoen). Op basis van deze gegevens wordt geconcludeerd dat de berekende TAN-fractie van dunne rundermest aan de hoge kant lijkt. Oorzaken zouden kunnen zijn dat de TAN-excretie en/of mineralisatie te hoog is berekend of dat de N-verliezen in stal en mestopslag te laag zijn berekend. In paragraaf 9.2.2 is aangegeven dat er inderdaad aanwijzingen zijn dat de Rav-waarde voor melkvee te laag is. Een hogere TAN-fractie leidt tot een hogere NH_3 -emissie (hoofdstuk 9).

De berekende TAN-fractie van vleeskalveren is lager dan de TAN-fractie volgens de tabel uit het bemestingsadvies. Het is vooralsnog niet duidelijk waardoor dit verschil wordt veroorzaakt.

Tabel 10.1. Berekende TAN-fractie in N van mest (zie ook Bijlage 12) en het aandeel TAN volgens de adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (<http://www.bemestingsadvies.nl>).

Diercategorie	TAN-fractie in toegediende mest volgens dit rapport*	TAN-fractie in toegediende mest volgens adviesbasis bemesting**
Melk- en kalfkoeien	0,58	0,50
Vleeskalveren	0,51 - 0,63	0,80
Schape	0,46	0,23
Geiten	0,33	0,31
Vleesvarkens	0,64	0,58
Zeugen	0,60	0,60
Leghennenbandmest	0,68	0,10
Vleeskuikens	0,65	0,18
Eenden	0,39	0,20
Kalkoenen	0,54	0,26

* dit is het fractie aan NH_4 + urinezuur in de totale hoeveelheid N

** dit is het fractie aan NH_4 in de totale hoeveelheid N

Op basis van de berekeningen wordt geconcludeerd dat de berekende nationale NH_3 -emissie in Nederland is omgeven met een onzekerheid van enkele miljoenen tot meer dan 10 miljoen kg NH_3 . De factoren die tot relatief grote veranderingen in NH_3 -emissie kunnen leiden zijn de emissiefactor voor mesttoediening en de berekende TAN-excretie. Ook andere factoren kunnen tot veranderingen in enkele miljoenen kg NH_3 leiden, zoals mineralisatie in de mestopslag, emissiefactoren voor stalsystemen en emissiefactoren en systemen van beweiding (Figuur 9.1). In paragraaf 11.2 worden enkele aanbevelingen gegeven die de onzekerheden kunnen verminderen.

² Onderzoek in het kader van ROB-landbouw van Velthof en Mosquera en onderzoek in het kader van derogatieonderbouw van Schröder en Velthof.

De methodiek is ontworpen en toegepast voor de nationale schaal, maar kan ook op lagere schaalniveau's (regio's, provincies, boerderij) worden toegepast. Idealiter zou de berekening van de N-excretie en de TAN-fractie van de excretie ook op dit lagere schaalniveau moeten plaatsvinden, maar indien dit niet mogelijk is dan kan de nationale berekening als beste schatting worden gebruikt.

In de methode wordt de NH_3 -emissie berekend uit stallen, mestopslagen, beweiding, mesttoediening en kunstmest. Hierbij wordt aangesloten bij internationaal gehanteerde en geaccepteerde methodieken (EMEP-CORINAIR; Reidy *et al.*, 2008). Er zijn echter nog andere mogelijke bronnen van NH_3 , zoals de emissie uit gewassen, emissie uit gewassen tijdens afrijping en emissie uit gewasresten. Er is hierover wel literatuur beschikbaar, maar de onzekerheid is groot en de emissies zijn vaak laag ten opzichte van de grote NH_3 -bronnen, zoals stallen en mesttoediening (bv. Bussink, 1996; Holtan-Hartwig & Bøckmann, 1994; Sommer *et al.*, 2004; Wichink Kruit *et al.*, 2007). Kuilvoer bevat NH_3 en is derhalve potentieel een NH_3 -bron. Er wordt echter vanuitgegaan dat de emissie beperkt zal zijn door de lage pH (Smits persoonlijke mededeling). Een lage emissie van enkele kg NH_3 per ha kan echter tot enkele miljoenen kg NH_3 in Nederland leiden. Voor de discussie rond het ammoniakgat kunnen deze bronnen van belang zijn (Van Pul *et al.*, 2008). Het wordt aanbevolen om na te gaan of deze NH_3 -emissies van dusdanige grootte zijn dat ze op nationaal niveau gekwantificeerd zouden moeten worden. Dit zou in internationaal kader moeten gebeuren om te waarborgen dat bij landenrapportages van NH_3 -emissie dezelfde NH_3 -bronnen worden beschouwd.

10.2 Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek worden verschillende aanbevelingen gedaan aan de ministeries van LNV en VROM. Het betreft enerzijds aanbevelingen over processen en afspraken, zodat de methodiek wordt geaccepteerd, toegepast en in de toekomst op één plaats wordt bijgehouden en anderzijds aanbevelingen over nader onderzoek.

Aanbevelingen over processen/afspraken over berekeningen van nationale emissies:

- De aanleiding van deze studie was dat EmissieRegistratie (ER) van MNP en het CBS deels verschillende methodieken gebruiken om de gasvormige N-verliezen uit stallen en mestopslagen te berekenen. Het is belangrijk dat ER en CBS dezelfde methodiek voor berekening van gasvormige stikstofverliezen hanteren en dat dit ook in de toekomst gebeurt als er nieuwe gegevens van Rav en Landbouwtelling beschikbaar zijn. Daarom wordt voorgesteld om de CDM-werkgroep Harmonisatie Ammoniak te laten voortbestaan om de methodiek te onderhouden (zie volgende punt).
 - Het wordt aanbevolen om de CDM-werkgroep Harmonisatie Ammoniak minimaal één keer per jaar na te laten gaan of emissiefactoren of andere factoren moeten worden aangepast. Op deze wijze kan worden voorkomen dat de methodiek op verschillende plaatsen wordt aangepast cq. verder wordt ontwikkeld. Onderwerpen die jaarlijks door de werkgroep geëvalueerd zouden kunnen worden zijn:
 - Zijn er veranderingen in Rav-emissiefactoren opgetreden, waardoor de emissiefactor op basis van TAN moet worden aangepast;
 - Zijn er veranderingen in stalsystemen opgetreden, waardoor de gemiddelde emissiefactor per diercategorie moet worden aangepast;
 - Zijn er andere cijfers beschikbaar voor de mestopslag buiten de stal. In de Landbouwtelling 2007 is gevraagd hoeveel mest er in de mestopslag buiten de stal wordt opgeslagen. De gegevens worden gebruikt voor berekeningen voor de Milieubalans vanaf 2006. In de notitie in bijlage 5 wordt beschreven hoe de cijfers worden gebruikt voor de berekeningen voor de Milieubalans. De CDM-Werkgroep

Harmonisatie Ammoniak heeft de nieuwe cijfers voor mestopslag nog niet geïnterpreteerd (de berekeningen in dit rapport gaan over 2005). Het wordt aanbevolen dat de Werkgroep op basis van de nieuwe cijfers uit de Landbouwtelling de mestopslag buiten de stal vaststelt en dat deze gegevens gebruikt worden door EmissieRegistratie.

- Update van de rekentool op de CDM-website op basis van gegevens nieuw jaar en eventuele aanpassingen;
- Communicatie met ER en CBS over veranderingen (in de werkgroep is zowel ER als CBS vertegenwoordigd).
- De WUM moet een opdracht krijgen om bij de jaarlijkse berekening van de N-excreties door landbouwdieren ook het aandeel TAN in de N-excretie te berekenen met de in dit rapport beschreven methode. Het is daarvoor belangrijk dat WUM jaarlijks de benodigde gegevens over rantsoensamenstelling krijgt, zodat de excreties van N en het aandeel TAN jaarlijks kan worden berekend. Er moeten door ER, CBS, LNV en VROM acties worden ondernomen waardoor de gegevens van de veevoerfabrikanten over de samenstelling van diervoeders jaarlijks beschikbaar zijn.
- Het duurt vaak relatief lang voordat Rav-emissiefactoren zijn aangepast, nadat de meetgegevens beschikbaar zijn (bijvoorbeeld voor melkvee). De procedure van aanpassing van Rav-emissiefactoren moet worden versneld. Het wordt aanbevolen dat het ministerie van VROM nagaat hoe de Rav-procedure kan worden versneld.
- Het wordt aanbevolen om de methodiek in één of meerdere publicaties in wetenschappelijke tijdschriften te publiceren. Daarnaast zou de methodiek gepresenteerd kunnen worden op wetenschappelijke congressen, internationale werkgroepen (bv. EAGER) en de Task Forces van CLTRAP. Dit verhoogt de internationale acceptatie van de Nederlandse rekenmethodiek.
- Het wordt aanbevolen om een beschermde versie van de rekentool op de website van de CDM (<http://www.cdm.wur.nl>) te publiceren. Een open versie (waarin alle rekenregels zichtbaar zijn) is beschikbaar bij de secretaris van de CDM. Dit verhoogt de transparantie van de rekenmethodiek en zorgt er voor dat de rekenmethodiek ook in het onderzoek toepasbaar is.
- Het wordt aanbevolen om de verzameling van de volgende gegevens te verbeteren:
 - De aandelen emissiearme stallen voor de verschillende diercategorieën (dit is in 2008 in de Landbouwtelling opgenomen, maar mogelijk zijn de vragen nog niet gedetailleerd genoeg om voor alle diercategorieën een goede schatting van het aandeel emissiearme stallen te maken). Andere mogelijke bronnen zijn provinciale bestanden en bestanden van bedrijven die onder de IPPC-richtlijn vallen (Integrated Pollution Prevention and Control; <http://ec.europa.eu/environment/ippc/>);
 - Het aantal paarden en pony's binnen en buiten de landbouw (de hobbydieren zijn van belang uit oogpunt van de discussie over het NH₃-gat);
 - De aandelen emissiearme toedieningstechnieken en met name de categorie overig.

Aanbevelingen over nader onderzoek

- Het wordt aanbevolen om ook berekeningen uit te voeren voor begin jaren '90 en deze te vergelijken met de Milieubalans. Dit verschaft inzicht of er verschillen in totale NH₃-emissie bestaan tussen beide methoden. Deze informatie is belangrijk voor ER, aangezien bij verandering van methodiek ook de emissies in het verleden moeten worden aangepast.

Het verschil in de totale NH₃-emissie in 2005 is klein tussen beide methodieken. Het wordt aanbevolen dat met de nieuwe methodiek een historische reeks wordt doorgerekend.

- De emissiefactor van beweiding is afgeleid uit onderzoek uit eind jaren '80 en begin jaren '90 onder andere omstandigheden dan de huidige (hogere N-inputs en meer onbeperkt beweiden). Het wordt aanbevolen om met metingen de in dit rapport afgeleide emissiefactor voor beweiding te toetsen. Dit betekent dat naast NH₃-metingen op verschillende grondsoorten er ook gegevens over urine-N-excretie tijdens beweiding en het N-gehalte van het weiderantsoen moeten worden verzameld.
- De emissiefactoren uit de Rav zijn gebaseerd op metingen die volgens een bepaald protocol worden uitgevoerd (Ogink *et al.*, 2008). Het wordt aanbevolen om in dit protocol ook op te nemen dat het aandeel TAN in de excretie en/of mest wordt berekend of gemeten. Op basis van deze gegevens kunnen de NH₃-emissiefactoren voor stallen op basis van TAN worden verbeterd. Daarnaast zou gevalideerd moeten worden dat de relatie tussen het TAN-gehalte in mest en NH₃-emissie beter is dan die tussen het totaal N-gehalte in mest en NH₃-emissie.
- Het wordt aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren naar (netto) mineralisatie in dunne runder- en varkensmest, aangezien dit een groot effect kan hebben op de berekende NH₃-emissies uit de stal, de mestopslag en mesttoediening.
- Gezien de onzekerheid in het aandeel urinezuur in pluimveemest wordt de emissiefactor voor toediening vooralsnog niet gecorrigeerd (Bijlage 13). Het wordt aanbevolen om door middel van mestanalyses het aandeel urinezuur in pluimveemest onder Nederlandse omstandigheden te bepalen. Daarnaast zou nagegaan moeten worden wat het lot is van urinezuur tijdens buitenopslag en in de bodem (hoe snel wordt urinezuur omgezet en levert het een bijdrage aan de NH₃-emissie).
- Het wordt aanbevolen in kader van EMEP/CORINAIR de rekenmethodiek voor kunstmest kritisch te beschouwen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de data-set van Bouwman *et al.* (2002).
- De laatste jaren is ook zodenbemesting op onbeteeld bouwland toegelaten. Deze methode is ook voorgeschreven voor mesttoediening in een gewas op bouwland. Voor deze methode van mest uitrijden op beteeld en onbeteeld bouwland zijn geen waarnemingen beschikbaar. De enkele waarnemingen die beschikbaar zijn voor zodenbemesting op beteeld land geven aan dat de emissie op beteeld land anders verloopt (hoger is) dan bij zodenbemesting op grasland.
- Het wordt aanbevolen om de berekende TAN-fractie in dunne mest van melkvee te valideren met recente meetgegevens van de mestsamenstelling van melkvee. Op basis hiervan moet worden nagegaan of de rekenmethodiek voor melkvee aanpassingen behoeft, zoals aanpassing van de Rav-waarde.
- Het wordt aanbevolen om na te gaan of er nog andere bronnen van NH₃ zijn in de landbouw die dusdanig van omvang zijn dat ze ook zouden moeten worden opgenomen in de nationale emissieberekeningen (zoals afrijpingsmechanismen). Dit zou in internationaal kader moeten gebeuren om te waarborgen dat bij landenrapportages van NH₃-emissie dezelfde NH₃-bronnen worden beschouwd.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A. (1997) Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour. PhD thesis Wageningen University, 175 pp.
- Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, L. Sebek, M.C.J Smits en J. Oenema (2008a) De ammoniakemissie van de Nederlandse melkveehouderij bij een management gelijk aan dat van de deelnemers aan 'Koeien & Kansen'. WOt-rapport 63, WOT N&M Wageningen.
- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof (2008b) Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. PRI-Rapport 208, Wageningen Plant Research International.
- Agrovision. Uitgaven van SIVA en Agrovision van 1994 tot 2004. Kengetallenspiegel, SIVA-software B.V., Wageningen en Bedrijfsvergelijking Agrovision B.V., Deventer.
- Anoniem (1996) Beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsystemen, uitgave maart 1996.
- Backus, G.B.C., H.M. Vermeer, P.F.M.M. Roelofs, P.C. Vesseur, J.H.A.N. Adams, G.P. Binnendijk, J.J.J. Smeets, C.M.C. Peet-Schwering en F.J. van der van der, Wilt (1997) Vergelijking van vier bedrijfssystemen voor guste en drachtige zeugen. Rapport P1.171 Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, 176 pp.
- Bannink en Hindle (2003) Voorspelling van de opname en excretie van N door melkvee op basis van melkgegevens. Animal Sciences Group – Nutrition and Food, Vertrouwelijk rapport 03/0008567.
- Beline, F., J. Martinez, C. Marol en G.Guiraud (1998) Nitrogen transformations during anaerobically stored 15-N labeled pig slurry. *Bioresource Technology* 64, 83-88.
- Berentsen, P.B.M. G.W.J. Giesen, and R. F. Speelman (1993) Economic and Environmental Effects of a New Protein Evaluation. System in Dairy Farming *Journal Dairy Science* 76, 2332-2343.
- Boer, de I.J.M. , M. C. J. Smits, H. Mollenhorst, G. van Duinkerken and G. J. Monteny (2002) Prediction of Ammonia Emission from Dairy Barns Using Feed Characteristics Part I: Relation Between Feed Characteristics and Urinary Urea Concentration. *Journal of dairy science* 85, 3382
- Bode, M.J.C. de (1990) Emissie van ammoniak en geur uit mestlo's en de vermindering van emissie door afdekking. Nota IMAG nr 465.
- Borne, van den, J. (2006) Nutrient Synchrony in Preruminant Calves. Proefschrift, Wageningen Universiteit.
- Bouwman A.F., L.J.M. Boumans and N.H. Batjes (2002) Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied tot arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024
- British United Turkeys (2006) British United Turkeys, Chester, Engeland, B.U.T. Big 6 Performance Goals, 6th Edition.
- Bussink, D.W. (1990) Ammonia volatilization from a rotationally grazed sward. In: *Fertilization and the environment*. Edited by R. Merckx, H. Vereecken and K. Vlassak, pp. 305-313. Leuven University Press, Leuven.

- Bussink, D.W. (1992) Ammonia volatilisation from grassland receiving nitrogen fertiliser and rotationally grazed by dairy cattle. *Fertiliser Research* 33, 257–265.
- Bussink, D.W. (1994) Relationship between ammonia volatilisation and nitrogen fertiliser application rate, intake and excretion of herbage N by cattle on grazed swards. *Fertiliser Research* 38, 111–121.
- Bussink, D.W. (1996) Ammonia volatilization from intensively managed dairy pastures. PhD thesis Wageningen University.
- Chambers, B.J., K.A. Smith and T.J. Van der Weerden (1997) Ammonia emissions following the land spreading of solid manures. pp. 275-280. In: Jarvis S.C. and Pain B.F. (eds.) *Gaseous nitrogen emissions from grasslands*, CAB International, Wallingford.
- Cijferinfo Pluimveesector (1999) Productschap Pluimvee en Eieren, Publicatie 99/11.
- Duinkerken, G. van, G. André, M.C.J. Smits, G.J. Monteny, K. Blanken, M.J.M. Wagemans en L.B.J. Šebek, (2003) Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal. *Praktijkrapport Rundvee 25*. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Elzing, A. and G.J. Monteny (1997). Ammonia emission in a scale model of a dairy-cow house. *Transactions of the ASAE* 40, 713-720.
- Emous, R.A. van, B.F.J. Reuvekamp en Th.G.C.M. van Niekerk, (1999) Voerantsoenering bij leghennen op batterijen. PP-uitgave no. 84.
- Everts, H., L.B.J. Šebek en A. Hoofs, (1991) Het effect van twee-fasen-voeding op de technische resultaten van zeugen in vergelijking met één-fase-voeding. Proefverslag nummer P 1.75, Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland".
- Fraters, B., J. Doze, P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, C.T. van Leeuwe, C.S.M. Olsthoorn, W.J. Willems en M.H. Zwart (2007) Inventarisatie van de gegevens-, monitor- en modelbehoefte voor de EU-Nitraatrichtlijnrapportage 2008. RIVM rapport 680716001, 74 p.
- Gac, A., F. Béline, T. Bioteau, and K. Maguet (2007) A French inventory of gaseous emissions (CH₄, N₂O, NH₃) from livestock manure management using a mass-flow approach. *Livestock Science* 112 (2007) 252–260.
- Gies, E. en A. Bleeker (2007) Onderzoek naar de ammoniakdepositie op 5 habitatgebieden ten behoeve van het interim toetsingkader Natura 2000 en Ammoniak; Alterra-rapport 1491, 58 p..
- Groenestein, C.M. (2006) Environmental aspects of improving sow welfare with group housing and straw bedding. PhD thesis Wageningen University.
- Groenestein, C.M., K.W. van der Hoek, G.J. Monteny en O. Oenema (2005) Actualisering forfaitaire waarden voor gasvormige N-verliezen uit stallen en mestopslagen van varkens, pluimvee en overige dieren A&F Rapport 465, Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen p. 33.
- Groenestein, K. C. van Bruggen, P. Hoeksma, A. Jongbloed en G. Velthof (2008) Nadere beschouwing van stalbalansen en gasvormige stikstofverliezen uit de intensieve veehouderij WOT-rapport 60. WOT Natuur & Milieu, Wageningen.
- Groenwold, J.G., D. Oudendag, H. Luesink, G. Cotteleer en H. Vrolijk (2002) Mest- en Ammoniakmodel. Rapport 8.02.03, LEI, Den Haag, 77 p.
- Groot Koerkamp, PWG (1998) Ammonia emission from aviary housing systems for laying hens: inventory, characteristics and solutions. Proefschrift LUW, Landbouwniversiteit Wageningen, 161 p.

- Haar, J.W. van der en R. Meijerhof (1996) Verlaging stikstofaanvoer bij vleeskuikenunderdieren in opfokperiode. PP-uitgave no. 43.
- Hoek, K.W. van der (1994) Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992. RIVM rapport 773004003.
- Hoek, K.W. van der (2002) Input variables for manure and ammonia data in the Environmental Balance 2001 and 2002 including dataset agricultural emissions 1980-2001 (in Dutch). RIVM Report 773004013. RIVM, Bilthoven, the Netherlands.
- Hol, J.M.G., A.Scheer en N.W.M.Ogink (2004) Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LX. Stal voor voedsters en vleeskonijnen. A&F rapport 219, Wageningen-UR, 62 pp
- Holtan-Hartwig, L. en O.C. Bøckmann (1994) Ammonia exchange between crops and air. Norwegian Journal of Agricultural Sciences Supplement 14, 41 p.
- Hoozeveld, M.W., H.H. Luesink, G. Cotteleer en K.W. van der Hoek (2003) Ammoniakemissie 2010, Referentiescenario en effecten van bestaand beleid en mogelijke aanscherpingen. LEI rapport 3.03.05, LEI, Den Haag
- Hoozeveld, M.W., H.H. Luesink, L.J. Mokveld en J.H. Wisman (2005) Uitgangspunten en berekeningen voor de Milieubalans 2005. Interne notitie, LEI, Den Haag
- Hoozeveld, M.W., H.H. Luesink en C. van Bruggen (2006) Gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag, verschillen in berekeningsmethoden. LEI rapport 3.06.01, LEI, Den Haag.
- Huijsmans, J.F.M. (1999) Manure application. In: Monitoring of national ammonia emissions from agriculture. Towards an improved calculation methodology. J.H.A.M. Steenvoorden, Ed. DLO-Staring centrum. Reeks Milieuplanbureau 6, Wageningen, the Netherlands. p. 139.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en 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, 323-342.
- Huijsmans, J.F.M. (2003) Manure application and ammonia volatilization. PhD thesis Wageningen University with summaries in English and Dutch, Wageningen, The Netherlands, ISBN 90-5808-937-1, pp 160.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en G.D. Vermeulen (2003) Effect of application method, manure characteristics, atmosphere and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. Atmospheric Environment 37, 3669-3680.
- Huijsmans, J.F.M., G.D. Vermeulen, J.M.G. Hol, H. Cnockaert and P. Demeyer (2007) Effect of application method on ammonia volatilization from manure applied to grassland in the Netherlands and Belgium. In: G.J. Monteny and E. Hartung (Eds.) Ammonia emissions in agriculture. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 191-193.
- Huijsmans, J.F.M., J. Mosquera en J.M.G. Hol (2007). Ammoniakemissie bij het uitrijden van vaste mest. Plant Research International, rapport 155, PRI, Wageningen, pp. 20.
- Huijsmans J.F.M. en G.D. Vermeulen (2008) Ammoniakemissie bij het toedienen van dierlijke mest. Actualisatie emissiefactoren. PRI rapport 218, Plant Research International, Wageningen (in press)
- Hutchings, N.J., S.G Sommer, J.M Andersen and W.A.H. Asman (2001). A detailed ammonia emission inventory for Denmark. Atmospheric Environment 35, 1959-1968.

- Jarvis, S.C., Hatch, D.J., and Roberts D.H. (1989a) The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. *Journal of Agricultural Science* 112, 205-216.
- Jarvis, S.C., D.J. Hatch and D.R. Lockyer (1989b) Ammonia fluxes from grazed grassland: annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs. *J. Agric. Sci.* 113, 99-108.
- Jarvis, S.C., and D.W. Bussink (1990). Nitrogen losses from grazed swards by ammonia volatilization. In: *Proceedings of the 13th General Meeting of the European Grassland Federation*, June 25-29, 1990, Banska Bystrica, Czechoslovakia, pp. 13-17.
- Jarvis, S.C., D.J. Hatch, R.J. Orr, and S.E. Reynolds (1991) Micrometeorological studies of ammonia emission from sheep grazed swards. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 117, 101-109.
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A. (2002a) De gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in varkens vanaf geboorte tot ca. 120 kg en van opfokzeugen. Rapport ID-Lelystad no. 2222.
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A. (2002b) Oriëntatie omtrent de gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in landbouwhuisdieren. Rapport ID-Lelystad no. 2178.
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A. (2005). De uitscheiding van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, pelsdieren, eenden, konijnen en parelhoeders in 2002 en 2006. Rapport 05/101077, Nutrition and Food, ASG, Lelystad, 101 pp.
- Jonker, J.S., R. A. Kohn, and R. A. Erdman (1998) Using Milk Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and Utilization Efficiency in Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy science* 81, 2681
- Kirchmann H (1991) Carbon and nitrogen mineralization of fresh, aerobic and anaerobic animal manures during incubation with soil. *Swedish Journal of Agricultural Science* 21, 165-173.
- Kloosterman, A.A.M., Huiskes, J.H. (1992) Invloed van voerstrategie van biggen tijdens de opfok op mesterijresultaten en slachtkwaliteit. Proefverslagnummer P 1.72, Proefstation voor de Varkenshouderij.
- Kros, J., W. de Vries, J.C.H. Voogd, T.J.A. Gies en J. Roelsma (2008) Meervoudige milieumonitoring Noordelijke Friese Wouden; Gebiedsstatus van emissie en depositie van ammoniak in relatie tot gebiedsdoelstellingen Alterra-rapport 1578, 73 p..
- KWIN-V, 1991-2005. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1991-2005. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- KWIN-V, 1998-2005. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1998-2005. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- Luesink, H.H., M.J.C. de Bode, P.W.G. Groot Koerkamp, H. Klinker, H.A.C. Verkerk en O. Oenema (2006) Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen. WOT-werkdocument 37, WOT N&M Wageningen.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland, J.N. Bosma, L.M. Mokveld en M.W. Hoogeveen (2008) Monitoring mestmarkt 2006, achtergronddocumentatie Deelrapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007 (EMW 2007). Concept LEI rapport, LEI, Den Haag
- Misselbrook, T.H., van der Weerden T.J., Pain B.F., Jarvis S.C., Chambers B.J., Smith K.A., Phillips V.R. and Demmers T.G.M. (2000) Ammonia emission factors for UK agriculture. *Atmospheric Environment* 34, 871-880.

- Molen, J., van der, D.W. Bussink, N. Vertregt, H.G. van Faassen en D.J. den Boer (1989) Ammonia volatilization from arable and grassland soils. In: Hansen JA, Henriksen K (eds) Nitrogen in organic wastes applied to soils, Academic Press, London, pp 185–201
- Monteny, G.J. (2001) Ammonia emissions from dairy cow houses. PhD Thesis, Wageningen University.
- Monteny, G.J., J. Huis in 't Veld, G. Duinkerken, G. André en F. van der Schans (2001) Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG-rapport, Wageningen.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol en N.W.M. Ogink (2005) Analyse ammoniakemissieniveaus in praktijkbedrijven voor de varkenshouderij (1990-2003). Report 132, Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, NL.
- Nicholson, F.A., B.J. Chambers en K.A. Smith (1996) Nutrient composition of poultry manures in England and Wales. *Bioresource Technology* 58, 279-284.
- Niekerk, Th.G.C.M. van en B.F.J. Reuvekamp (1994) Mestdroging en NH₃-emissie (opfok)leghennen. PP-uitgave no. 22.
- Niekerk, Th.G.C.M. van en B.F.J. Reuvekamp (1995a) Toepassing van fytase bij (opfok)leghennen. PP-uitgave no. 37.
- Niekerk, Th.G.C.M. van en B.F.J. Reuvekamp (1995b) Expanderen van voer bij (opfok)leghennen op batterijen. PP-uitgave no. 38.
- Niekerk, Th.G.C.M. van en B.F.J. Reuvekamp (1997) Alternatieve huisvesting leghennen. PP-uitgave no. 57
- Oenema, O. en G.L. Velthof (1993) Ammonia volatilization from compound nitrogen-sulfur fertilizers. In: Optimization of plant nutrition, M.A.C. Fragoso, M.L. van Beusichem (eds.). Kluwer, Dordrecht (1993) 341-349.
- Oenema, O, G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, A. Bannink, G.J. Monteny, H.G. van der Meer en K. van de Hoek (2000). Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. *Alterra Rapport 107*. Wageningen, 186 p.
- Oenema, O., A. Bannink, S.G. Sommer, J.W. van Groenigen and G.L. Velthof (2008) Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. In: J.L. Hatfield & R.F. Follet, Nitrogen in the environment: sources, problems, and management 2nd edition. Amsterdam etc., Elsevier, 395-441.
- Ogink, N.W.M., J.M.G. Hol, J. Mosquera en H.M. Vermeer (2008) Bouwstenen voor een nieuw meetprotocol ammoniakemissiemetingen voor huisvestingssystemen in de veehouderij. ASG-Rapport in voorbereiding.
- Peet-Schwering, C. van der (1990) Lysine- en eiwitgehalte in vleesvarkensvoer bij driefasenvoeding. Proefverslag nummer P 1.53, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland".
- Plantaz, M.A.H.G., J. Slanina en G.P. Wyers (1996) Surface/atmosphere exchange of ammonia over grazed pasture. *ECN Rapport ECN-C-96-085*, 79 p.
- Pul, W.A.J. van, M.M.P. van den Broek, H. Volten, A. v.d. Meulen, S. Berkhout, K.W. van der Hoek, R. Wichink Kruit, J.F.M. Huijsmans, J.A. van Jaarsveld, B.J. de Haan en R. Koelemeijer (2008) Het ammoniakgat: onderzoek en duiding, RIVMrapport 680150002_AG/2008. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Reidy, B., S. Pfefferli en H. Menzi (2003) New agricultural ammonia emission inventory for Switzerland based on a large scale survey and model calculations. In: Editors: Hatch, D.J.,

- Chadwick, D.R., Jarvis, S. C., Roker, J.A. (eds.) Controlling nitrogen flows and losses. 12th Nitrogen Workshop, University of Exeter, UK, 2003.
- Reidy, B., U. Dämmgen, H. Döhler, B. Eurich-Menden, F.K. van Evert, N.J. Hutchings, H.H. Luesink, H. Menzi, T.H Misselbrook, G.J.; Monteny en J . Webb. (2008) Comparison of models used for the calculation of national ammonia emission inventories in Europe: liquid manure systems. *Atmospheric Environment* 42, 3452 - 3464.
- Reijs, J.W. (2007) Improving slurry by diet adjustments: A novelty to reduce N losses from grassland-based dairy farms. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Ross, 2004, Vleeskuikenouderdieren Management Gids 1999.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters, en W.J. Willems (2007) Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *European Journal of Agronomy* 27, 102–114.
- Smink, W., K.W. van der Hoek, A. Bannink and J. Dijkstra (2005) Calculation of methane production from enteric fermentation in dairy cows, Wageningen/Bilthoven.
- Smits, M.C.J. en J.W.H. Huis in 't Veld (2007) Ammonia emission from cow houses within the Dutch 'Cows & Opportunities' project. In: Ammonia emissions in agriculture. - Wageningen : Wageningen Academic Publishers, - p. 119 - 120. International Conference on Ammonia in Agriculture: Policy, Science, Control and Implementation, Wageningen, 2007, 2007-03-19/2007-03-21.
- Smits, M.C.J., G. van Duinkerken en G.J. Monteny (2002) Mogelijkheden van ammoniakemissie beperkende voermaatregelen in de melkveehouderij. IMAG en Praktijkonderzoek Veehouderij, IMAG Nota P 2002-36, 38 pp.
- Smits, M.C.J., J.A. van Jaarsveld, L.J. van Mokveld, O. Vellinga, A. Stolk, K.W. van der Hoek en W.A.J. van Pul (2005) Het "Veld"-project: een gedetailleerde inventarisatie van de ammoniakemissies en -concentraties in een agrarisch gebied. Wageningen, RIVM, (Rapport RIVM 500033002) p. 186.
- Sommer, S.G., J. K. Schjoerring and O. T. Denmead (2004) Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. *Advances in Agronomy*, Volume 82, 557 – 622.
- Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sørensen, H.D. Poulsen and H.K. B. Møller (2007) Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr Cycl Agroecosyst* 78, 27–36.
- Sørensen, P., M. R. Weisbjerg and P. Lund (2003) Dietary effects on the composition and plant utilization of nitrogen in dairy cattle manure . *Journal of Agricultural Science* 141, 79–91.
- Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema, en G.J. Monteny (2004) Actualisering van geschatte N en P excreties door rundvee. *Milieu en Landelijk gebied* 25, Wageningen.
- Tamminga, S., A.W. Jongbloed, M.M. van Eerd, H.F.M. Aarts, F. Mandersloot, N.J.P. Hoogervorst en Westhoek, H. (2000) De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID-Lelystad no. 00-2040, 71 pp.
- Valk, H. (1994) Effects of partial replacement of herbage by maize silage on N-utilization and milk production of dairy cows. *Livestock Production Science* 40, 241-250.
- Van Faassen, H.G. & H. van Dijk (1987), pp. 27-45. In: H.G. van der Meer, R.J. Unwin, T.A. van Dijk and G.C. Ennik (eds.) *Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or Waste*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.

- Varkensbesluit (1994) Besluit van 7 juli 1994, houdende regelen ter zake van het houden en huisvesten van varkens.
- Veldkamp, T. (1996) Ammoniakemissie bij het traditionele houderijsysteem voor vleeskalkoenen (volledig strooiselvloer). PP-Uitgave no. 50, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen.
- Veldkamp, T., A.L.J. Gielkens, J.G.M.J. Bosch en J. van Rooijen (1999) Oriënterend onderzoek naar de relatie tussen dunne mest en locomotiestoornissen bij vleeskalkoenen. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij PP-uitgave no. 85.
- Velthof, G.L., O. Oenema, J. Postmus en W.H. Prins (1990) In situ field measurements of ammonia volatilization from urea and calcium ammonium nitrate. Meststoffen 1990 no. 1-2, 41-45.
- Velthof, G.L., J.A. Nelemans, O. Oenema en P.J. Kuikman (2005) Gaseous nitrogen and carbon losses from pig manure derived from different diets. *Journal of Environmental Quality* 34, 698 – 706.
- Velthof, G.L., P.J. van Erp en J.C.A. Steevens (1999). Karakterisering en stikstofmineralisatie van organische meststoffen in een nieuw daglicht. Meststoffen 1999, 36-43.
- Versteegh, H.A.J. en A.W. Jongbloed (2000). De hoeveelheid droge stof, as, stikstof, calcium, magnesium, fosfor, natrium, kalium, koper, zink en ijzer in eieren en in vleeskuikenouderdieren op twee leeftijden. Rapport ID-DLO no. 99.059.
- Vries, W. de, J. Kros, O. Oenema and J. de Klein (2003) The fate of nitrogen in The Netherlands II: a quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 66, 71-102.
- Vrolijk, H., P.W. Blokland, F. Bouma, W. Dlo, G. Kruseman, H.H. Luesink en L.M. Mokveld (2008) MAMBO, design principles, model structure and data use. Draft version, LEI, The Hague.
- Wahle, E.R. en J.H. Huiskes (1992) De invloed van een graanrijk voer op de mesterijresultaten, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit bij vleesvarkens. Proefverslag nummer P 1.79, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland".
- Webb, J., and T.H. Misselbrook (2004) A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production. *Atmospheric environment* 38, 2163-2176.
- Whitehead, D.C. and N. Raistrick (1993) The volatilization of ammonia from cattle urine applied to soils as influenced by soils properties. *Plant Soil* 148, 43–51.
- Wichink Kruit, R.J., W.A.J. van Pul, R.P. Otjes, P. Hofschreuder, A.F.G. Jacobs, A.A.M. Holtslag (2007) Ammonia fluxes and derived canopy compensation points over non-fertilized agricultural grassland in the Netherlands using the new gradient ammonia-high accuracy-monitor (GRAHAM), *Atmospheric Environment*, 1275-1287.
- WUM (1994) Uniformering berekening mest- en mineralcijfers; standaardcijfers pluimvee, 1990-1992. Werkgroep Uniformering Mest- en Mineralcijfers.
- WUM (1994) Uniformering mest en mineralen. Standaardcijfers varkens 1990 t/m 1992. Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralcijfers (Redactie M.M. van Eerdt).
- WUM (2002) Dierlijke mest en mineralen 2002. www.cbs.nl/nl/publicaties/artikelen/milieu-en-bodemgebruik/milieu/mest/2002/dierlijke-mest-mineralen-2002-03.htm (auteur C. van Bruggen).

Bijlage 1 Overzicht van gebruikte afkortingen

- $EFN_2OOP_{d,N}$ = de emissiefactor voor N_2O-N voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.
- $EFN_2OOP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor N_2O-N voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input.
- $EFN_2OP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor N_2-N voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input.
- EFN_2OP_N = de emissiefactor voor N_2-N voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.
- $EFN_2OST_{d,N}$ = de emissiefactor voor N_2O-N voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal.
- $EFN_2OST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor N_2O-N voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input.
- $EFN_2OST_{d,s,TAN} = EFN_2OST_N * NEXST_{d,RAV} / TANINPST_{d,RAV}$
- $EFN_2ST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor N_2-N voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input.
- EFN_2ST_N = de emissiefactor voor N_2-N voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal.
- $EFNH_3BEW_{d,t,TAN}$ = de emissiefactor voor beweiding in jaar t in % van urine-N-excretie .
- $EFNH_3KUNST_{k,N}$ = de NH_3 -emissiefactor van kunstmest k in % van de toegediende N.
- $EFNH_3OP$ = de NH_3 -emissiefactor voor mestopslag buiten in % van opgeslagen N.
- $EFNH_3OP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor NH_3 voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input.
- $EFNH_3OP_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -emissiefactor voor opslag van dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNH_3OP_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3 -emissiefactor voor opslag van vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNH_3Rav_{d,s}$ = de Rav NH_3 -emissiefactor voor diercategorie d en stalsysteem s in $kg NH_3$ dierplaats⁻¹ jr⁻¹.
- $EFNH_3ST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor NH_3 voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-excretie.
- $EFNH_3ST_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3-N -emissiefactor voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNH_3ST_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde NH_3-N -emissiefactor voor alle stalsystemen met vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNOOP_{d,N}$ = de emissiefactor voor $NO-N$ voor diercategorie d voor mestopslagen buiten in % van de N die buiten wordt opgeslagen.
- $EFNOOP_{d,o,TAN}$ = de emissiefactor voor $NO-N$ voor diercategorie d en opslagsysteem o in % van de TAN-input.
- $EFNOST_{d,N}$ = de emissiefactor voor $NO-N$ voor stallen in % van de totale N-excretie in de stal.
- $EFNOST_{d,s,TAN}$ = de emissiefactor voor $NO-N$ voor diercategorie d en stalsysteem s in % van de TAN-input.
- $EFNOVOP_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor opslagen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNOVOP_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor opslagen met vaste mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNOVST_{dd,gem,TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFNOVST_{dv,gem,TAN}$ = de gemiddelde emissiefactor voor overige N-verliezen voor alle stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d in % van de TAN-input.
- $EFTOEDB_a$ = de NH_3 -emissiefactor voor mesttoedieningstechniek a op bouwland, in % van toegediende TAN.
- $EFTOEDG_a$ = de NH_3 -emissiefactor voor mesttoedieningstechniek a op grasland in % van toegediende TAN.
- $FRACB_{dd,t}$ = de fractie van de dunne mest van diercategorie d die aan bouwland wordt toegediend in jaar t.
- $FRACB_{dd,t}$ = de fractie van de vaste mest van diercategorie d die aan bouwland wordt toegediend in jaar t.
- $FRACLEEG_{d,s}$ = de fractie leegstand per dierplaats voor diercategorie d en stalsysteem s gedurende de stalperiode.
- $FRAC_d$ = de fractie van de uitgescheiden N dat als dunne mest wordt opgeslagen
- $FRACG_{dd,t}$ = de fractie van de dunne mest van diercategorie d die aan grasland wordt toegediend in jaar t.
- $FRACG_{dd,t}$ = de fractie van de vaste mest van diercategorie d die aan grasland wordt toegediend in jaar t.
- $FRACOP_{d,s,Rav}$ = de fractie van de in de stal geproduceerde mest voor diercategorie d en stalsysteem s die buiten wordt

opgeslagen in het Rav-jaar.

$FRACOP_{d,s,t}$ = de fractie van de in de stal geproduceerde mest voor diercategorie d en stalsysteem s die buiten wordt opgeslagen in jaar t.

$FRACSTOP_{dd,s,m}$ = de fractie van stalsysteem s en mestopslag m in het totaal van stalsystemen met dunne mest voor diercategorie d.

$FRACSTOP_{dv,s,m}$ = de fractie van stalsysteem s en mestopslag m in het totaal van stalsystemen met vaste mest voor diercategorie d.

$FRACTOEDB_{a,d,t}$ = de fractie van mesttoedieningsstechiek a voor dunne mest op bouwland per diercategorie d in jaar t.

$FRACTOEDB_{a,v,t}$ = de fractie van mesttoedieningsstechiek a voor vaste mest op bouwland per diercategorie d in jaar t.

$FRACTOEDG_{a,d,t}$ = de fractie van mesttoedieningsstechiek a voor dunne mest op bouwland per diercategorie d in jaar t.

$FRACTOEDG_{a,v,t}$ = de fractie van mesttoedieningsstechiek a voor vaste mest op bouwland per diercategorie d in jaar t.

$FRAC_v$ = de fractie van de uitgescheiden N dat als vaste mest wordt opgeslagen

$n_{d,t}$ = het aantal dieren voor diercategorie d in jaar t in miljoen dieren.

$NEXP_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt geëxporteerd in miljoen kg N.

$NEXP_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt geëxporteerd in miljoen kg N.

$NEXST_{d,Rav}$ = de N-excretie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.

$NEXST_{d,t}$ = de N-excretie in de stal voor diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NEXWEI_{d,t}$ = de totale N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.

$NH_3KUNST_{k,t}$ = de NH₃-emissie uit kunstmest k in jaar t in miljoen kg N.

NH_3KUNST_t = de totale NH₃-emissie uit toegediende kunstmest in jaar t in miljoen kg N.

$NH_3LANDBOUW_t$ = de totale NH₃-emissie uit de landbouw in Nederland in jaar t in miljoen kg N.

$NH_3OP_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3OP_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3OP_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3OP_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3OP_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3OP_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

NH_3OP_t = de totale NH₃-emissie uit mestopslagen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

NH_3OP_t = de totale NH₃-emissie uit mestopslagen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3ST_{dd,t}$ = de NH₃-emissie uit alle stalsystemen voor dunne mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar

$NH_3ST_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit alle stalsystemen voor vaste mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹

NH_3ST_t = de totale NH₃-emissie uit alle stalsystemen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.

$NH_3TOEDB_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit mest van diercategorie d toegediend aan bouwland in jaar t in miljoen kg N.

$NH_3TOEDG_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit mest van diercategorie d toegediend aan grasland in jaar t in miljoen kg N.

NH_3TOED_t = de totale NH₃-emissie uit mesttoediening in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹

$NH_3WEI_{d,t}$ = de NH₃-emissie uit beweiding bij diercategorie d in jaar t in miljoen kg N.

NH_3WEI_t = de totale NH₃-emissie uit beweiding in jaar t in miljoen kg N.

$NIMP_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt geïmporteerd in miljoen kg N.

$NIMP_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt geïmporteerd in miljoen kg N.

$NKUNSTMEST_{k,t}$ = de totale hoeveelheid toegediende kunstmest k in jaar t in miljoen kg N.

$NMIN$ = de N-mineralisatie van organische N in % van de organische N-excretie

$NMIN$ = de N-mineralisatie van organische N in % van de organische N-excretie. De fractie organische N = $I-$

$TANFRACST_{d,Rav}$

$NOP_{d,s,Rav}$ = de hoeveelheid N in mest die buiten wordt opgeslagen in het Rav-jaar voor diercategorie d en stalsysteem s in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.

$NOP_{d,s,t}$ = de hoeveelheid N in dunne mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹

$NOP_{dv,t}$ = de hoeveelheid N in vaste mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹
 $NOVOP_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest dunne mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $NOVOP_{dv,t}$ = de NH₃-emissie uit mestopslagen mest vaste mest voor diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $NOVOP_t$ = de totale emissie aan N₂, N₂O en NO uit mestopslagen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $NOVST_{dd,t}$ = de totale emissie aan N₂, N₂O en NO uit alle stalsystemen voor dunne mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar
 $NOVST_{dv,t}$ = de totale emissie aan N₂, N₂O en NO uit alle stalsystemen voor vaste mest van diercategorie d in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹
 $NOVST_t$ = de totale emissie aan N₂, N₂O en NO uit alle stalsystemen in jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $NTOEDB_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N.
 $NTOEDB_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N.
 $NTOEDG_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.
 $NTOEDG_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.
 $NTOEDT_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond in miljoen kg N.
 $NTOEDT_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan landbouwgrond in miljoen kg N.
 $NVERWERK_{dd,t}$ = de hoeveelheid dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt verwerkt in miljoen kg N.
 $NVERWERK_{dv,t}$ = de hoeveelheid vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt verwerkt in miljoen kg N.
 $NVOOR_{dd,t}$ = de verandering van de voorraad dunne mest in de opslag per diercategorie d in jaar t in miljoen kg N (een positief getal betekent dat de voorraad toeneemt en er dus minder mest is toegediend dan geproduceerd en een negatief getal betekent dat de voorraad afneemt en er dus meer mest is toegediend dan geproduceerd).
 $NVOOR_{dv,t}$ = de verandering van de voorraad vaste mest in de opslag per diercategorie d in jaar t in miljoen kg N (een positief getal betekent dat de voorraad toeneemt en er dus minder mest is toegediend dan geproduceerd en een negatief getal betekent dat de voorraad afneemt en er dus meer mest is toegediend dan geproduceerd).
 $TANEXWEI_{d,t}$ = de urine-N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.
 $TANFRACST_{d,Rav}$ = de fractie urine-N in de totale N-excretie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar.
 $TANFRACST_{d,t}$ = de fractie urine-N in de totale excretie in de stal voor diercategorie d in het jaar t.
 $TANFRACWEI_{d,t}$ = de fractie urine-N in de totale urine-N-excretie in de weide voor diercategorie d in jaar t.
 $TANINPST_{d,Rav}$ = de som van de urine-N-excretie en de N-mineralisatie in de stal voor diercategorie d in het Rav-jaar in kg N dier⁻¹ jaar⁻¹.
 $TANINPST_{dd,t}$ = de som van urine-N-excretie in de stal en N-mineralisatie voor dunne mest van diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $TANINPST_{dv,t}$ = de som van urine-N-excretie in de stal en N-mineralisatie voor vaste mest van diercategorie d in het jaar t in miljoen kg N jaar⁻¹.
 $TANOP_{d,s,Rav}$ = de hoeveelheid TAN in mest die buiten wordt opgeslagen in het Rav-jaar voor diercategorie d en stalsysteem s in kg TAN dier⁻¹ jaar⁻¹.
 $TANOP_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹
 $TANOP_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die buiten wordt opgeslagen in het jaar t voor diercategorie d en stalsysteem s in miljoen kg N jaar⁻¹
 $TANTOEDB_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N.
 $TANTOEDB_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan bouwland in miljoen kg N.
 $TANTOEDG_{dd,t}$ = de hoeveelheid TAN in dunne mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.
 $TANTOEDG_{dv,t}$ = de hoeveelheid TAN in vaste mest die per diercategorie d in jaar t wordt toegediend aan grasland in miljoen kg N.
 $VERHTANN_{dd,t}$ = de verhouding tussen TAN en N in de dunne mest die uit de stal en opslag komt en wordt toegediend aan de bodem.
 $VERHTANN_{dv,t}$ = de verhouding tussen TAN en N in de vaste mest die uit de stal en opslag komt en wordt toegediend aan de bodem.

Bijlage 2 Berekening van emissiefactoren uit stallen op basis van TAN

Op de volgende pagina's worden tabellen weergegeven met berekening van de emissiefactor op basis van TAN voor rundvee, schapen en geiten, paarden en pony's, varkens, pluimvee en overig vee.

De gehanteerde methode (inclusief verwijzing naar de tabellen) staat gegeven in paragraaf 3.2.

In voetnoten onder de tabel staat een toelichting weergegeven indien getallen in de tabel afwijken van de algemene methode en databronnen.

De berekening van een emissiefactor verloopt als volgt (de letters in onderstaande vergelijking slaan op de kolommen uit de spreadsheets op de volgende pagina's).

De totale TAN-input (e , in kg N per dier per jaar) wordt berekend uit de totale N-excretie (b kg N per dier per jaar), het TAN-aandeel in de totale N-excretie (c , % van de excretie) en de N die door mineralisatie vrijkomt (d , in % van organisch N in de mest)

$$e = b * c / 100 + d / 100 * (100 - c) * b / 100$$

De ammoniakemissiefactor op basis van dierplaats volgens Rav (h , kg NH₃ per dierplaats per jaar) wordt met behulp van de leegstand (j , fractie leegstand) omgerekend naar emissiefactor op basis van dieren en op basis van stikstof (k , in kg NH₃-N per dier per jaar)

$$k = (h/j) * 14/17$$

Het totale N-verlies aan N₂O, NO en N₂ uit de stallen (o , kg N per dier per jaar) wordt berekend uit de emissiefactoren uitgedrukt in % van TAN (l voor N₂O, m voor NO en n voor N₂). Hiertoe worden de emissiefactor in % van totaal N omrekend naar % van TAN.

$$o = (l + m + n) / 100 * e$$

Het totale N-verlies in de stal (p , kg N per dier per jaar) is gelijk aan de som van de NH₃-emissie (k) en de overige verliezen (o)

$$p = k + o$$

De NH₃-emissie in de mestopslag buiten de stal (s , kg N per dier per jaar) wordt berekend uit de opslag van mest in TAN, berekend uit de excretie en mineralisatie in de stal (e , kg N per dier per jaar), het totaal N-verlies in de stal (p , kg N per dier per jaar) en het aandeel van de mest dat wordt opgeslagen buiten de stal (q , % van de in stal geproduceerde mest) en de NH₃-emissiefactor voor mest in de opslag (r , % van de opgeslagen TAN). De omrekening van VP in % van totaal N naar % van TAN wordt berekend uit de verhouding tussen de totale hoeveelheid N die naar de opslag gaat $(b-p) * q / 100$ en de totale hoeveelheid TAN die naar de opslag gaat $(e-p) * q / 100$

$$r = (\text{VP op basis van totaal N, \%}) * (b-p) * q / ((e-p) * q / 100)$$

De NH₃-emissie in de mestopslag buiten de stal is

$$s = (e-p) * q / 100 * r / 100$$

Het totale N-verlies aan N₂O, NO en N₂ uit de mestopslag (*w*, kg N per dier per jaar) wordt berekend uit de emissiefactoren uitgedrukt in % van TAN (*t* voor N₂O, *u* voor NO en *v* voor N₂). Deze emissiefactoren worden vermenigvuldigd met de totale hoeveelheid TAN die als mest wordt opgeslagen, uitgedrukt in TAN (kg N per dier per jaar). Deze hoeveelheid is gelijk aan $(e-p) * q / 100$

$$w = (e-p) * q / 100 * (t + u + v) / 100$$

Het totale N-verlies in de mestopslag (*x*, kg N per dier per jaar) is gelijk aan de som van de NH₃-emissie (*s*) en de overige verliezen (*w*)

$$x = s + w$$

De totale verliezen voor NH₃ uit de stal (*y*, kg N per dier per jaar) en mestopslag (*z*, kg N per dier per jaar) worden berekend als

$$y = k / e * 100$$

$$z = s / e * 100$$

De totale overige N-emissies uit de stal (*aa*, kg N per dier per jaar) en mestopslag (*ab*, kg N per dier per jaar) worden berekend als

$$aa = o / e * 100$$

$$ab = w / e * 100$$

Het totale N-verlies uit stallen en opslagen wordt berekend als

$$ac = y + z + aa + ab$$

Berekening van de gasvormige stikstofverliezen voor rundvee

	N-excretie (WUM-Rav)				Rav		Aandeel	Stal- bezetting	N-verliezen stal					Opslag buiten de stal (%)	N-verliezen opslag buiten de stal					N-verliezen in % t.o.v. TAN-excretie									
	kg N/d/j	TAN (%)	Minerali- satie N- org. (%)	TAN incl. min. N-org. (kg N/d/j)	code	basis-jaar			NH3 (kg/dpl)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen				Totaal (kg N/d/j)	NH3 (%)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen			Totaal (kg N/d/j)	NH3 (N) Stal	NH3 (N) Opslag	N- overig Stal	N- overig Opslag	Totaal			
											N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)					Totaal (kg N/d/j)	N ₂ O (%)	NO (%)							N ₂ (%)	Totaal (kg N/d/j)	x
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac	
Melk- en kalfkoeien																													
stalperiode																													
drijfmest	69.3	58	10	43.1	A 1.6. ⁴⁾	2001	5.1		0.90	4.6	0.16	0.16	1.61	0.83	5.45	55	1.70	0.35	0.17	0.17	1.70	0.42	0.77	10.7	0.8	1.9	1.0	14.4	
vaste mest	69.3	58	0	40.2	A 1.6. ¹⁾	2001	5.1		0.90	4.6	3.45	3.45	17.24	9.70	14.32	75	4.25	0.82	4.25	4.25	21.25	5.77	6.60	11.5	2.1	24.1	14.4	52.1	
emissiearm	69.3	58	10	43.1	⁴⁾	2001	2.8		0.90	2.5	0.16	0.16	1.61	0.83	3.35	55	1.66	0.36	0.17	0.17	1.66	0.44	0.80	5.8	0.8	1.9	1.0	9.6	
weideperiode, excretie in de stal¹⁾																													
gangbaar, permanent opstallen - drijfmest	61.7	69	10	44.5	A 1.6. ¹⁾	2001	5.9		0.90	5.4	0.14	0.14	1.39	0.74	6.18	55	1.45	0.31	0.14	0.14	1.45	0.37	0.67	12.2	0.7	1.7	0.8	15.4	
gangbaar, beperkt beweiden - drijfmest	37.0	69	10	26.7	A 1.6. ¹⁾	2001	4.5		0.90	4.1	0.14	0.14	1.39	0.44	4.55	55	1.47	0.18	0.15	0.15	1.47	0.21	0.39	15.4	0.7	1.7	0.8	18.5	
gangbaar, onbeperkt weiden - drijfmest	9.3	69	10	6.7	A 1.6. ¹⁾	2001	3.1		0.90	2.8	0.14	0.14	1.39	0.11	2.92	55	1.69	0.03	0.17	0.17	1.69	0.04	0.08	42.1	0.5	1.7	0.6	44.9	
gangbaar, onbeperkt weiden - vaste mest ²⁾	9.3	69	0	6.4	A 1.6. ¹⁾	2001	3.1		0.90	2.8	2.90	2.90	14.49	1.30	4.10	75	4.52	0.08	4.52	4.52	22.58	0.54	0.62	44.0	1.2	20.3	8.5	74.0	
emissiearm, permanent opstallen	61.7	69	10	44.5	⁴⁾	2001	4.8		0.90	4.4	0.14	0.14	1.39	0.74	5.14	55	1.44	0.31	0.14	0.14	1.44	0.37	0.68	9.9	0.7	1.7	0.8	13.1	
emissiearm, beperkt weiden	37.0	69	10	26.7	⁴⁾	2001	2.5		0.90	2.3	0.14	0.14	1.39	0.44	2.70	55	1.43	0.19	0.14	0.14	1.43	0.23	0.42	8.4	0.7	1.7	0.8	11.7	
emissiearm, onbeperkt weiden	9.3	69	10	6.7	⁴⁾	2001	1.7		0.90	1.5	0.14	0.14	1.39	0.11	1.65	55	1.51	0.04	0.15	0.15	1.51	0.05	0.09	23.1	0.6	1.7	0.8	26.2	
Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar																													
< 1 jaar - stalperiode																													
	31.5	67																											
1-2 jaar - stalperiode																													
stalperiode drijfmest	40.4	69	10	28.9	A 3	1991	3.9		1.00	3.2	0.14	0.14	1.40	0.48	3.70	55	1.45	0.20	0.15	0.15	1.45	0.24	0.44	11.1	0.7	1.7	0.8	14.3	
stalperiode vaste mest	40.4	69	0	27.6	A 3	1991	3.9		1.00	3.2	2.92	2.92	14.60	5.65	8.86	75	3.35	0.47	3.35	3.35	16.77	3.31	3.78	11.6	1.7	20.4	12.0	45.7	
Fokstieren ouder dan 1 jaar																													
drijfmest	90.6	70	10	66.1	A 7	2002	9.5		1.00	7.8	0.14	0.14	1.37	1.09	8.91	55	1.43	0.45	0.14	0.14	1.43	0.54	0.99	11.8	0.7	1.6	0.8	15.0	
vaste mest	90.6	70	0	63.4	A 7	2002	9.5		1.00	7.8	2.86	2.86	14.29	12.68	20.51	75	3.27	1.05	3.27	3.27	16.33	7.36	8.41	12.3	1.7	20.0	11.6	45.6	
Weide- en zoogkoeien																													
heel jaar																													
stalperiode drijfmest	41.2	66	10	28.6	A 2	2002	5.3		1.00	4.4	0.14	0.14	1.44	0.49	4.86	55	1.53	0.20	0.15	0.15	1.53	0.24	0.44	15.3	0.7	1.7	0.8	18.5	
stalperiode vaste mest	41.2	66	0	27.2	A 3	2002	5.3		1.00	4.4	3.03	3.03	15.15	5.77	10.13	75	3.64	0.47	3.64	3.64	18.21	3.26	3.73	16.1	1.7	21.2	12.0	51.0	
Vleeskalveren 0-6 maanden																													
	11.6	71	10	8.6	A 4.2	1998	2.5		0.93	2.2	0.14	0.14	1.35	0.14	2.35	0								25.8	0.0	1.6	0.0	27.4	
Vleeskalveren 0-8 maanden																													
	28.7	55	10	17.1	A 4.2	1998	2.5		0.93	2.2	0.17	0.17	1.68	0.34	2.56	0								13.0	0.0	2.0	0.0	15.0	
Mannelijk vleesvee																													
6 - 24 maanden³⁾																													
	46.5	57	10	28.5	A 6	1998	7.2		1.00	5.9	0.16	0.16	1.63	0.56	6.49	55	1.82	0.22	0.18	0.18	1.82	0.26	0.48	20.8	0.8	2.0	0.9	24.5	

¹⁾ Bij beperkt weiden wordt er van uitgegaan dat 60% van de excretie plaatsvindt in de stal, bij onbeperkt weiden is dit 15%.

²⁾ Er is van uitgegaan dat stalssystemen met vaste mest alleen onbeperkt weiden toepassen.

³⁾ De N-excretie voor deze diercategorie is afgeleid uit de kengetallen die toegepast zijn bij de excretieberekening van mannelijk vleesvee van 0-1 jaar en van 1 jaar en ouder.

⁴⁾ De emissiefactoren in de Rav zijn gesplitst in factoren voor stal- en weideperiode op basis van de formule van Van Duinkerken et al.

Berekening van de gasvormige stikstofverliezen voor pluimvee

a	N-excretie (WUM-Rav)				Rav		Aandeel	Stal-bezetting	N-verliezen stal					Opslag buiten de stal (%)	N-verliezen opslag buiten de stal					N-verliezen in % t.o.v. TAN-excretie								
	kg N/d/j	TAN (%)	Mineralisatie N-org. (%)	TAN incl. min. N-org. (kg N/d/j)	code	basis-jaar			NH3 (kg/dpl)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen				Totaal (kg N/d/j)	NH3 (%)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen				Totaal (kg N/d/j)	NH3 (N) Stal	NH3 (N) Opslag	N-overig Stal	N-overig Opslag	Totaal	
											N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)					Totaal (kg N/d/j)	N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)							Totaal (kg N/d/j)
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 wkn																												
batterijhuisvesting-natte mest-open mestopslag anaëroob	0.39	74	0	0.289	E 1.1	1991	0.045	0.90	0.041	0.14	0.14	1.35	0.005	0.046	100	1.42	0.003	0.14	0.14	1.42	0.004	0.008	14.3	1.2	1.6	1.4	18.5	
batterijhuisvesting-natte mest-open mestopslag aëroob	0.39	74	0	0.289	E 1.2	1991	0.045	0.90	0.041	2.70	2.70	13.51	0.055	0.096	100	1.53	0.003	0.15	0.15	1.53	0.004	0.006	14.3	1.0	18.9	1.2	35.4	
batterijhuisvesting-natte mest-2/week ontmeten anaëroob	0.39	74	0	0.289	E 1.1	1991	0.020	0.90	0.018	0.14	0.14	1.35	0.005	0.023	100	1.38	0.004	0.14	0.14	1.38	0.004	0.008	6.3	1.3	1.6	1.5	10.8	
batterijhuisvesting-natte mest-2/week ontmeten aëroob	0.39	74	0	0.289	E 1.2	1991	0.020	0.90	0.018	2.70	2.70	13.51	0.055	0.073	100	1.47	0.003	0.15	0.15	1.47	0.004	0.007	6.3	1.1	18.9	1.3	27.7	
batterijhuisvesting met droge mest gangbaar emissie-arm	0.39	74	0	0.289	E 1.5.1	1991	0.020	0.90	0.018	0.14	0.14	1.35	0.005	0.023	100	9.26	0.025	2.76	2.76	13.82	0.051	0.076	6.3	8.5	1.6	17.8	34.3	
batterijhuisvesting met droge mest + nadroging gangbaar emissie-arm	0.39	74	0	0.289	E 1.5.2	1991	0.006	0.90	0.005	0.14	0.14	1.35	0.005	0.010	100	8.73	0.024	2.73	2.73	13.64	0.053	0.077	1.9	8.4	1.6	18.4	30.4	
batterijhuisvesting met droge mest + nadroging gangbaar emissie-arm	0.39	74	0	0.289	E 1.5.1	1991	0.020	0.90	0.018	0.14	0.14	1.35	0.005	0.023	100	3.73	0.010	0.14	0.14	1.38	0.004	0.014	6.3	3.4	1.6	1.5	12.9	
volière grondhuisvesting	0.39	73	0	0.285	E 1.8.1	1998	0.050	0.90	0.046	0.14	0.14	1.37	0.005	0.050	100	10.58	0.025	2.90	2.90	14.49	0.048	0.072	16.1	8.7	1.6	16.7	43.1	
	0.39	73	0	0.285	E 1.7	2000	0.170	0.90	0.156	2.74	2.74	13.70	0.055	0.210	0							54.6	0.0	19.2	0.0	73.8		
Hennen en -hanen legrassen																												
batterijhuisvesting-natte mest-open mestopslag anaëroob	0.62	75	0	0.465	E 2.1	2001	0.100	0.95	0.087	0.13	0.13	1.33	0.007	0.094	100	1.42	0.005	0.14	0.14	1.42	0.006	0.012	18.6	1.1	1.6	1.4	22.7	
batterijhuisvesting-natte mest-open mestopslag aëroob	0.62	75	0	0.465	E 2.2	2001	0.100	0.95	0.087	2.67	2.67	13.33	0.087	0.173	100	1.53	0.004	0.15	0.15	1.53	0.005	0.010	18.6	1.0	18.7	1.2	39.4	
batterijhuisvesting-natte mest-2/week ontmeten anaëroob	0.85	77	0	0.655	E 2.1	1993	0.042	0.95	0.036	0.13	0.13	1.30	0.010	0.047	100	1.32	0.008	0.13	0.13	1.32	0.010	0.018	5.6	1.2	1.6	1.5	9.8	
batterijhuisvesting-natte mest-2/week ontmeten aëroob	0.85	77	0	0.655	E 2.2	1993	0.042	0.95	0.036	2.60	2.60	12.99	0.119	0.155	100	1.39	0.007	0.14	0.14	1.39	0.008	0.015	5.6	1.1	18.2	1.3	26.1	
batterijhuisvesting met droge mest gangbaar emissie-arm	0.85	77	0	0.655	E 2.5.1	1993	0.042	0.95	0.036	0.13	0.13	1.30	0.010	0.047	100	8.46	0.051	2.64	2.64	13.22	0.112	0.164	5.6	7.9	1.6	17.2	32.2	
batterijhuisvesting met droge mest + nadroging gangbaar emissie-arm	0.85	77	0	0.655	E 2.5.2	1993	0.012	0.95	0.010	0.13	0.13	1.30	0.010	0.021	100	8.11	0.051	2.62	2.62	13.08	0.116	0.168	1.6	7.9	1.6	17.7	28.7	
batterijhuisvesting met droge mest + nadroging gangbaar emissie-arm	0.85	77	0	0.655	E 2.5.1	1993	0.042	0.95	0.036	0.13	0.13	1.30	0.010	0.047	100	2.51	0.015	0.13	0.13	1.32	0.010	0.025	5.6	2.3	1.6	1.5	10.9	
deepitstal	0.85	77	0	0.655	E 2.4	1993	0.463	0.95	0.010	0.13	0.13	1.30	0.010	0.021	100	2.49	0.016	0.13	0.13	1.31	0.010	0.026	1.6	2.4	1.6	1.5	7.1	
volière gangbaar emissie-arm	0.76	76	0	0.578	E 2.11.1	1998	0.090	0.95	0.078	0.13	0.13	1.32	0.009	0.087	100	9.47	0.046	2.74	2.74	13.72	0.094	0.141	13.5	8.0	1.6	16.3	39.4	
grondhuisvesting gangbaar emissie-arm	0.76	76	0	0.578	E 2.11.2		0.055	0.95	0.048	0.13	0.13	1.32	0.009	0.057	100	9.32	0.049	2.70	2.70	13.50	0.098	0.147	8.3	8.4	1.6	17.0	35.3	
	0.76	76	0	0.578	E 2.7	1998	0.315	0.95	0.273	2.63	2.63	13.16	0.106	0.379	0							47.3	0.0	18.4	0.0	65.7		
	0.76	76	0	0.578	E 2.8		0.110	0.95	0.095	0.66	0.66	3.29	0.027	0.122	0							14.8	0.0	4.6	0.0	19.4		
	0.76	76	0	0.578	E 2.9		0.125	0.95	0.108	0.66	0.66	3.29	0.027	0.135	0							16.5	0.0	4.6	0.0	21.1		
	0.76	76	0	0.578	E 2.12.1		0.068	0.95	0.059	0.66	0.66	3.29	0.027	0.086	0							18.8	0.0	4.6	0.0	23.4		
	0.76	76	0	0.578			0.42	0.95	0.059	0.66	0.66	3.29	0.027	0.086	0							10.2	0.0	4.6	0.0	14.8		
Opfokouderdieren van vleeskuikens < 19 wkn																												
Ouderdieren van vleeskuikens 1) gangbaar emissie-arm	1.17	79	0	0.924	E 4.9	1996	0.580	0.87	0.549	2.53	2.53	12.66	0.164	0.713	0							59.4	0.0	17.7	0.0	77.1		
Vleeskuikens gangbaar-anaëroob	0.54	70	0	0.378	E 5.9	2002	0.080	0.81	0.081	0.14	0.14	1.43	0.006	0.088	0							21.5	0.0	1.7	0.0	23.2		
Vleeskuikens gangbaar-aëroob emissie-arm	0.54	70	0	0.378	E 5.9	2002	0.080	0.81	0.081	2.86	2.86	14.29	0.076	0.157	0							21.5	0.0	20.0	0.0	41.5		
Vleeseenden (binnen mesten)	0.99	70	0	0.693	G 2.1	2000	0.210	0.84	0.019	0.14	0.14	1.43	0.006	0.025	0							4.9	0.0	1.7	0.0	6.7		
Vleeskalkoenen gangbaar emissie-arm	1.97	73	0	1.438	F 4.5	1998	0.680	0.95	0.206	14.29	14.29	14.29	0.297	0.503	0							29.7	0.0	42.9	0.0	72.6		
	1.97	73	0	1.438	F 4		0.147	0.95	0.127	2.74	2.74	13.70	0.276	0.865	0							41.0	0.0	19.2	0.0	60.2		
	1.97	73	0	1.438				0.95	0.127	2.74	2.74	13.70	0.276	0.865	0							8.8	0.0	19.2	0.0	28.0		

1) De originele WUM-factor 1996 is 1,42 kg N/moederdier. Hierin is het aandeel van de aanwezige henen verrekend.
 2) Gemiddelde emissiefactor van de stalssystemen met Rav-code E4, met uitzondering van stalsysteem E4.9.
 3) Gemiddelde emissiefactor van de stalssystemen met Rav-code E5, met uitzondering van stalsysteem E5.9.
 4) Gemiddelde emissiefactor van de stalssystemen met Rav-code F4, met uitzondering van stalsysteem F4.5.

Berekening van de gasvormige stikstofverliezen voor schapen en geiten

	N-excretie (WUM-Rav)				Rav			Aandeel	Stal- bezetting	N-verliezen stal					Opslag buiten de stal (%)	N-verliezen opslag buiten de stal					N-verliezen in % t.o.v. TAN-excretie							
	kg N/d/j	TAN (%)	Minerali- satie N- org. (%)	TAN incl. min. N-org. (kg N/d/j)	code	basis- jaar	NH3 (kg/dpl)			NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen					Totaal (kg N/d/j)	NH3 (%)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen			Totaal (kg N/d/j)	NH3 (N) Stal	NH3 (N) Opslag	N- overig Stal	N- overig Opslag	Totaal	
											N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)	Totaal (kg N/d/j)					N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)							Totaal (kg N/d/j)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac
Schapen per ooi, incl lammeren 1) en bokken heel jaar stalperiode	24.7 4.0	66	0	2.6	B 1	1991	0.70		1.0	0.58	3.03	3.03	15.15	0.56	1.14	50	3.81	0.03	3.81	3.81	19.05	0.20	0.23	21.8	1.1	21.2	7.6	51.7
Melkgeiten 2) melkgeiten en fokbokken 3) opfoklammeren 3-50 kg 4) vleeslammeren 3-10 kg	22.4	64	0	14.3	C 1	1998	1.9	1.0	1.0	1.99	15.63	15.63	15.63	6.72	8.71	0								13.8	0.0	46.9	0.0	60.7

1) WUM rekent net als RAV lammeren mee tot slachtleefijd (42 kg) i.p.v. speenleefijd (25 kg). De RAV-waarde heeft betrekking op een stalperiode van 3 maanden.

2) Per melkgeit wordt uitgegaan van 0,3 opfokgeit en 1,5 vleeslam.

3) Cat. 600 komt overeen met RAV-C1: geiten ouder dan 1 jaar.

4) Cat. 601: voor traject tot 10 kg (bij 60 dagen leeftijd) is RAV-C3 van toepassing. Van 10-50 kg (50 kg komt overeen met leeftijd 1 jaar) is RAV-C2 van toepassing.

De RAV-factor wordt dan: $60/365 \cdot C3 + 305/365 \cdot C2$, waarbij $C3=0,2$ en $C2=0,8$

Berekening van de gasvormige stikstofverliezen voor paarden en pony's

	N-excretie (WUM-Rav 1)				Rav		Aandeel 2)	Stal- bezetting	N-verliezen stal					Opslag buiten de stal (%)	N-verliezen opslag buiten de stal					N-verliezen in % t.o.v. TAN-excretie								
	kg N/d/j	TAN (%)	Minerali- satie N- org. (%)	TAN incl. min. N-org. (kg N/d/j)	code	basis- jaar			NH3 (kg/dpl)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen				Totaal (kg N/d/j)	NH3 (%)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen			Totaal (kg N/d/j)	NH3 (N) Stal	NH3 (N) Opslag	N- overig Stal	N-overig Opslag	Totaal		
											N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)					Totaal (kg N/d/j)	N ₂ O (%)	NO (%)							N ₂ (%)	Totaal (kg N/d/j)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac
Paarden																												
volwassen paarden					K 1	1997	5.0	0.744																				
paarden in opfok					K 2	1997	2.1	0.256																				
gemiddeld	63.5																											
w.v.																												
stal	33.3	72	0	24.0			4.3		1.0	3.51	2.78	2.78	13.89	4.66	8.17	30	3.18	0.15	3.18	3.18	15.90	1.06	1.21	14.6	0.6	19.4	4.4	39.1
Pony's																												
volwassen pony's					K 3	1997	3.1	0.822																				
pony's in opfok					K 4	1997	1.3	0.178																				
gemiddeld	34.3																											
w.v.																												
stal	14.4	73	0	10.5			2.8		1.0	2.29	2.74	2.74	13.70	2.02	4.31	30	3.25	0.06	3.25	3.25	16.26	0.42	0.48	21.8	0.6	19.2	4.0	45.6

1) Gemiddelde excretie per paard is berekend als gemiddelde van de excretie van de gewichtsklasse >450 kg en 250-450 kg.

Gemiddelde excretie per pony is berekend als gemiddelde van de excretie van de gewichtsklasse 250-450 kg en <250 kg.

2) De verdeling over opfok en volwassen dieren is ontleend aan Kemme et al. (2005). Rapport: 05/05/I01614

? In ieder geval dateren de RAV-waarden van 2002 maar mogelijk van eerdere datum. Voor de uitkomst maakt dit hier geen verschil.

Berekening van de gasvormige stikstofverliezen voor overige diercategorieën

	N-excretie (WUM-Rav)				Rav		Aandeel per 100 voedsters	Stal-bezetting	N-verliezen stal					Opslag buiten de stal (%)	N-verliezen opslag buiten de stal				N-verliezen in % t.o.v. TAN-excretie									
	kg N/d/j	TAN (%) 1)	Mineralisatie N-org. (%)	TAN incl. min. N-org. (kg N/d/j)	code	basis-jaar			NH3 (kg/dpl)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen				Totaal (kg N/d/j)	NH3 (%)	NH3 (kg N/d/j)	Overige N-verliezen			Totaal (kg N/d/j)	NH3 (N) Stal	NH3 (N) Opslag	N-overig Stal	N-overig Opslag	Totaal		
											N ₂ O (%)	NO (%)	N ₂ (%)					Totaal (kg N/d/j)	N ₂ O (%)	NO (%)							N ₂ (%)	Totaal (kg N/d/j)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac
Konijnen																												
Konijnen - voedsters					I 1.2	1998	1.2	100.0	1.0	0.988																		
Konijnen - fokrammen								3.25																				
Konijnen - opfokkonijnen					I 2.2	1998	0.2	12.00	0.85	0.194																		
Konijnen - vleeskonijnen					I 2.2	1998	0.2	640.00	0.85	0.194																		
Per voedster	8.1	70	0	5.7						2.252	0.14	0.14	1.43	0.097	2.349	0								39.7	0.0	1.7	0.0	41.4
Nertsen - per fokteef 2)	4.08	70	0	2.86	H 1.1	1991	0.58		0.9	0.531	0.14	0.14	1.43	0.049	0.580	0								18.6	0.0	1.7	0.0	20.3
Vossen - per fokmoer 2)	13.9	70	0	9.7	H 2 + H 3	1991	2.50		0.9	2.285	0.14	0.14	1.43	0.167	2.452	0								23.5	0.0	1.7	0.0	25.2

1) Er is geen informatie over het percentage TAN bekend, het aandeel is op 70% gesteld.

2) De excretie heeft betrekking op 1992, voor eerdere jaren is geen excretie berekend.

Bijlage 3 Aandeel staltypen en mestsoorten per diercategorie en de gemiddelde emissiefactoren per diercategorie

Cor van Bruggen (CBS) en Gerard Velthof (Alterra)

B3.1 Inleiding

De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) onderscheidt een groot aantal stalssystemen (Bijlage 2). In de Rav wordt de N-emissie per diercategorie berekend uit de TAN-excretie per diercategorie, het aandeel van verschillende stalssystemen per diercategorie, het mesttype en de emissiefactor voor de betreffende stalssystemen.

Bij stalssystemen kan onderscheid worden gemaakt tussen emissiearme huisvesting en gangbare huisvesting. De gangbare huisvesting wordt in de Rav meestal aangeduid met de omschrijving 'overige huisvestingssystemen'. Alle andere staltypen zijn dus in principe beschouwd als emissiearm, ook al is voor sommige van deze staltypen de emissiefactor nauwelijks lager dan de factor voor gangbare huisvesting. Voor de vaststelling van de emissies van overige stikstofverbindingen en voor de ammoniakemissie die optreedt tijdens mestopslag buiten de stal is het onderscheid tussen dunne en vaste mest van belang.

Er zijn verschillende bronnen voor de verdeling van de stalssystemen beschikbaar, zoals de Landbouwtelling waarin regelmatig vragen worden opgenomen over de huisvesting van de belangrijkste diercategorieën. Daarnaast is er de beschikking over een bestand van de provincie Noord-Brabant met de vergunde dieraantallen per Rav-stalstelsel.

In de Landbouwtelling 2008 zijn opnieuw vragen gesteld over de verdeling van stalssystemen. Verder zijn er ook andere provincies bezig met het samenstellen met data-bestanden met vergunningen en stalssystemen. Dit betekent dat in de nabije toekomst (2009 of later) er nieuwe en mogelijk betere bestanden met stalssystemen beschikbaar zijn. Deze notitie beschrijft welke verdeling van stalssystemen gebruikt wordt voor de NH₃-berekeningen vanaf 2005, totdat er betere gegevens beschikbaar zijn.

Uitgangspunt is dat de gegevens van Landbouwtelling worden gebruikt, behalve als er duidelijke redenen zijn om te veronderstellen dat de vergunningengegevens van Noord Brabant nauwkeuriger informatie opleveren (ook na opschaling van Noord Brabant naar geheel Nederland).

In hoofdstuk B3.2 wordt ingegaan op de wijze waarop de verdeling van stalssystemen voor de diverse diergroepen is vastgesteld. Hoofdstuk B3.3 beschrijft de berekening van de emissiefactoren voor emissiearme systemen. Aan het eind van deze bijlage wordt een tabel (Tabel B3.13) gegeven met de gemiddelde emissiefactor per diercategorie.

B3.2 Verdeling van stalssystemen

B3.2.1 Rundvee

In de landbouwtelling van 2004 is gevraagd naar de huisvesting van melkvee. Uit de resultaten is gebleken dat er bij 8% van de melkkoeien sprake is van meerdere staltypen per bedrijf. Als

er zowel ligboxen als grupstallen en/of overige staltypen voorkomen, is er van uitgegaan dat de melkkoeien gehouden worden in de ligboxenstal. De overige typen worden verondersteld in gebruik te zijn voor droogstaande koeien. Als er meerdere typen ligboxen voorkomen bij melkkoeien, dan is het aantal koeien evenredig verdeeld over de typen. Als er meerdere typen grupstallen en het staltype 'overig' voorkomen, dan is het aantal eveneens naar evenredigheid verdeeld over de typen. De resultaten van deze bewerking staan in tabel B3.1.

Tabel B3.1 Melkkoeien naar stalsysteem, Landbouwtelling 2004¹⁾

	Absoluut aantal	Relatief aantal
Melkkoeien, ligbox-roostervloer met mestschuif	290 024	19,7%
Melkkoeien, ligbox-roostervloer zonder mestschuif	971 493	66,1%
Melkkoeien, ligbox-dichte vloer met giergoot	16 279	1,1%
Melkkoeien, ligbox-dichte vloer zonder giergoot	32 624	2,2%
Melkkoeien, ligbox-sleufvloer	15 628	1,1%
Melkkoeien, ligbox-overige (hellende vloeren e.d.)	16 112	1,1%
melkkoeien-ligboxenstal totaal	1 342 158	91,3%
Melkkoeien, grupstal-dunne mest	82 542	5,6%
Melkkoeien, grupstal-vaste mest	34 743	2,4%
melkkoeien-grupstal totaal	117 285	8,0%
Melkkoeien, overig (potstal e.d.)	10 852	0,7%
melkkoeien-naar stalsysteem totaal	1 470 295	100,0%
melkkoeien-stalsysteem onbekend	294	0,0%
melkkoeien	1 470 589	

¹⁾ Bij bedrijven met meerdere stalsystemen zijn de melkkoeien aan de afzonderlijke staltypen toegerekend.

Voor de berekening van de NH₃-emissie is het aandeel emissiearme huisvesting vastgesteld op 8 procent. Dit percentage is berekend als de som van grupstal dunne mest (5,6%), ligbox sleufvloer (1,1%) en ligbox hellende vloer (1,1%). Het aandeel vaste mest is vastgesteld op 3 procent (grupstal vaste mest + potstal e.d.).

Volgens het vergunningenbestand van Noord-Brabant is 5% van de dierplaatsen voor melkkoeien emissiearm, waarbij alle Rav-systemen behalve de groep "overige huisvestingssystemen" beschouwd zijn als emissiearm. Het aantal dierplaatsen op basis van het vergunningenbestand blijkt bijna tweemaal zo hoog te zijn als het aantal melkkoeien in Noord-Brabant volgens de Landbouwtelling van 2006. Mogelijk bevat het vergunningenbestand veel dierplaatsen waarop geen dieren meer worden gehouden. Aangezien de Landbouwtelling voorziet in huisvestingsgegevens van melkvee, is geen gebruik gemaakt van het vergunningenbestand van Noord-Brabant.

Uit de Landbouwtelling 2004 kan ook voor vrouwelijk jongvee ouder dan 1 jaar in principe het aandeel emissiearme huisvesting worden afgeleid (Tabel B3.2). Dit is echter niet gedaan omdat er geen Rav-factoren zijn voor emissiearme huisvesting van jongvee. Het aandeel vaste mest is vastgesteld op 10 procent (de som van grupstal vaste mest (4,5%) en potstal e.d. (5,7%)). Dit aandeel is ook van toepassing verklaard op vrouwelijk jongvee < 1 jaar en mannelijk jongvee.

Tabel B3.2 Vrouwelijk jongvee > 1 jaar naar stalsysteem, Landbouwtelling 2004¹⁾

	Aantal	Verdeling
Jongvee, ligbox-roostervloer met mestschuif	23 308	3,9%
Jongvee, ligbox-roostervloer zonder mestschuif	438 617	73,3%
Jongvee, ligbox-dichte vloer met giergoot	7 200	1,2%
Jongvee, ligbox-dichte vloer zonder giergoot	8 323	1,4%
Jongvee, ligbox-sleufvloer	2 391	0,4%
Jongvee, ligbox-overige (hellende vloeren e.d.)	4 666	0,8%
vr. jongvee>1jr-ligboxenstal totaal	484 506	81,0%
Jongvee, grupstal-dunne mest	52 775	8,8%
Jongvee, grupstal-vaste mest	26 813	4,5%
vr. jongvee>1jr-grupstal-totaal	79 589	13,3%
Jongvee, overig (potstal e.d.)	33 887	5,7%
vr. jongvee>1jr-naar stalsysteem totaal	597 981	100,0%
vr. jongvee>1jr-stalsysteem onbekend	0	0,0%
vr. jongvee>1jr	597 981	

¹⁾ Bij bedrijven met meerdere stalsystemen is het jongvee evenredig over de staltypen verdeeld.

Voor de overige rundveecategorieën kent de Rav meestal maar één emissiefactor en wordt er dus geen onderscheid gemaakt tussen gangbare en emissiearme huisvesting. Alleen voor roséveeskalveren is dit onderscheid er wel. Op basis van het vergunningenbestand van N-Brabant is het aandeel emissiearm verwaarloosbaar klein (< 0,5%) en voor deze categorie wordt dus een gangbare huisvesting aangehouden.

Tabel B3.3 Indeling van huisvestingssystemen rundvee na verwerking van de informatie over staltype en mesttype.

Diercategorie	Periode	Type mest	Staltype	Beweidingswijze	Aantal systemen
vrouwelijk jongvee (fokvee)	stal-winter	dunne mest en vast mest	gangbaar		2
mannelijk jongvee - stierkalf en fokstier	stal-jaar	dunne mest en vast mest	gangbaar		2
melk- en kalfkoeien	stal-winter	dunne mest	gangbaar en emissie arm		2
	stal-winter	vast mest	gangbaar		1
	Stal-zomer	dunne mest	gangbaar en emissie arm	permanent opstallen, beperkt weiden, onbeperkt weiden	6
vleeskalveren, voor de witvleesproductie	stal-jaar	dunne mest	gangbaar		1
vleeskalveren, voor de rosevleesproductie	stal-jaar	dunne mest	gangbaar		1
vrouwelijk jongvee (vleesvee)	stal-winter	vaste mest	gangbaar		1
zoog-, mest- en weidekoeien	stal-winter	vaste mest	gangbaar		1

Bij vrouwelijk vleesvee wordt uitgegaan van vaste mest (Groenestein, persoonlijke mededeling). In tabel B3.3 is de indeling gegeven in huisvestingssystemen die resulteert na verwerking van de informatie over staltype en mesttype. Per systeem worden emissiefactoren berekend. Met behulp van implementatiegraden wordt uiteindelijk een gemiddelde emissiefactor voor stal en opslag berekend per diercategorie en per periode.

Voor het opstallen van melkkoeien in de weideperiode worden drie beweidingssystemen onderscheiden: permanent opstallen, beperkt weiden en onbeperkt weiden. De aandelen van de verschillende systemen worden jaarlijks vastgesteld door de WUM. Het is niet bekend of de toepassing van beweidingssystemen bij emissiearme huisvesting anders is dan bij gangbare huisvesting. Bij de implementatiegraden van de beweidingssystemen wordt dan ook geen onderscheid gemaakt naar emissiearme en gangbare huisvesting.

B3.2.2 Varkens

In de Landbouwtelling 2004 is gevraagd naar de huisvesting van varkens. De vraagstelling was echter niet geschikt om daar de verdeling tussen emissiearme en traditionele huisvesting uit af te leiden. Uit de Landbouwtelling van 2001 is wel informatie beschikbaar over het aandeel groenlabel stallen. De aandelen emissiearme huisvesting voor de Milieubalans van 2005 zijn op basis van die gegevens voor vleesvarkens vastgesteld op 13,0% en voor fokvarkens op 16,3% (Interne notities LEI; Hoogeveen persoonlijke mededeling).

Tabel B3.4 Verdeling van het aantal dierplaatsen (varkens) over emissiearme en overige huisvesting (Bron: BVB Noord Brabant) en het aantal varkens uit de Landbouwtelling 2006.

	BVB N-Br	Landbouwtelling absoluut aantal	Relatief aantal op basis BVB N-Br, %
Biggen			
emissiearm	909 015		47,3
overig	1 011 795		52,7
totaal	1 920 810	1 214 000	
Fokzeugen			
emissiearm	254 946		41,8
gangbaar	354 500		58,2
totaal	609 446	416 000	
Dekberen			
emissiearm	252		3,5
gangbaar	6 926		96,5
totaal	7 178	6 000	
Vlees- en opfokvarkens			
emissiearm	1 273 905		37,6
gangbaar	2 111 348		62,4
totaal	3 385 253	2 452 000	

In tabel B3.4 staat de verdeling van het aantal varkensplaatsen volgens het vergunningenbestand van Noord Brabant, verdeeld over emissiearme en overige huisvesting ("gangbaar"). Omdat de Landbouwtelling niet voorziet in recente huisvestingsgegevens voor varkens, is gebruik gemaakt van het vergunningenbestand van Noord-Brabant. Voor de categorie vlees- en opfokvarkens (Rav-code D3.) zijn de volgende Rav-systemen als gangbaar beschouwd:

- D3.1 volledig roostervloer;
- D3.2 gedeeltelijk roostervloer;
- D3.3.2 overige huisvestingssystemen scharrel vleesvarkens;
- D3.4 overige huisvestingssystemen.

De gangbare systemen voor de categorieën zeugen, gespeende biggen en dekberen zijn gelijk gesteld aan de Rav-code met omschrijving 'overige huisvestingssystemen'. Alle andere stalsystemen zijn bij deze diercategorieën beschouwd als emissiearm.

Behalve de verdeling in emissiearme en overige huisvesting is voor gespeende biggen en vlees- en opfokvarkens ook de verdeling naar hokoppervlakte van belang. In de Rav zijn voor vrijwel alle stalsystemen (gangbaar en emissiearm) voor deze diercategorieën twee emissiefactoren opgenomen, afhankelijk van de hokoppervlakte. Emissiefactoren voor kleinere hokoppervlakten horen bij stallen die gebouwd zijn vóór 1998. Met ingang van 2013 gelden grotere oppervlakten en bijbehorende hogere emissiefactoren voor alle bestaande stallen. Voor nieuwbouw en verbouw tussen 1998 en 2013 gelden overgangsnormen voor het hokoppervlak.

Bij de aanpassing van de Rav waarbij voor gespeende biggen en vlees- en opfokvarkens onderscheid is gemaakt in hokoppervlakte, werden in het vergunningenbestand door Noord-Brabant alle bestaande vergunningen toegerekend aan de Rav-emissiefactoren die horen bij grotere hokoppervlakten per dier. Aangezien het niet waarschijnlijk is dat reeds bestaande vergunningen op grote schaal voldoen aan de welzijnseisen die pas in 2013 van kracht worden, is met behulp van een conversietabel de conversie van bestaande vergunningen opnieuw uitgevoerd. De bestaande vergunningen zijn hierbij toegerekend aan Rav-factoren behorend bij kleinere hokoppervlakten per dier. Voor gespeende biggen bedraagt het aandeel vergunde dierplaatsen met een grotere hokoppervlakte per dier circa 30%, voor vlees- en opfokvarkens is dit 13%.

De verdeling van de stalsystemen in Nederland kan niet zondermeer gelijk worden gesteld aan de verdeling op basis van het vergunningenbestand van Noord-Brabant. Om toch gebruik te kunnen maken van de vergunningsgegevens is de trend bepaald in emissiearme huisvesting in Noord-Brabant. Hiervoor is het aandeel emissiearme huisvesting in Noord-Brabant volgens de Landbouwtelling 2001 vergeleken met het aandeel emissiearme huisvesting in het vergunningenbestand, waarbij verondersteld wordt dat dit bestand de actuele situatie weergeeft.

Bij het bepalen van de trend in emissiearme huisvesting zijn de kraamzeugen en de guste en dragende zeugen samengevoegd tot één categorie zeugen. Dit is gedaan omdat ook de WUM voor de zeugen één gemiddelde excretiefactor bepaalt. De trend in emissiearme huisvesting bij de gespeende biggen is niet afzonderlijk berekend, maar gelijk verondersteld aan de trend bij zeugen. Verder maakt de Rav en dus ook het vergunningenbestand van Noord-Brabant geen onderscheid tussen vleesvarkens en opfokvarkens. Bij het bepalen van de trend wordt dus het aandeel emissiearme vleesvarkensplaatsen in 2001 vergeleken met het actuele aandeel emissiearme dierplaatsen voor vlees- en opfokvarkens. Dit zou tot een overschatting van de trend kunnen leiden. Verondersteld wordt echter dat het aandeel opfokvarkens ten opzichte van het aandeel vleesvarkens te gering is (5%) om verstorend te werken.

Het aandeel emissiearme vleesvarkensplaatsen bedroeg volgens de Landbouwtelling 2001 in Noord-Brabant 15,2% en 11,5% in de overige provincies. Het aandeel emissiearme zeugenplaatsen bedroeg 17,2% in Noord-Brabant en in de overige provincies 15,5%. De relatieve toename van het aandeel emissiearme stallen in Noord-Brabant is toegepast op de

overige provincies. Vervolgens is het gemiddelde aandeel emissiearme huisvesting in Nederland berekend, waarbij als wegingsfactor het aantal dieren in de landbouwtelling 2005 is gebruikt. Op basis hiervan is berekend dat het aandeel emissiearme stallen in Nederland 32% bedraagt voor vleesvarkens en 39% voor zeugen (Tabel B3.5)

In de Landbouwtelling wordt niet gevraagd naar de huisvesting van dekberen waardoor er ook geen trend in emissiearme huisvesting kan worden afgeleid. Het aandeel emissiearme huisvesting voor dekberen (3,5%) is overgenomen uit het vergunningenbestand van Noord-Brabant.

Tabel B3.5 Aandeel emissiearme huisvesting voor varkens op basis van vergunningen en landbouwtelling.

	Aandeel emissiearme huisvesting volgens Landbouwtelling 2001 in Nederland	Aandeel emissiearme huisvesting op basis van vergunning in Noord-Brabant
Vlees- en opfokvarkens		
Noord-Brabant	15,2%	37,6%
Overig NL	11,5%	28,4% (trend N-Br)
Gemiddeld NL	13,0%	32,4% (weging:dieraantallen)
Zeugen		
Noord-Brabant	17,2%	41,8%
Overig NL	15,5%	37,7%
Gemiddeld NL	16,3%	39,5%

Ongeveer 43-45% van de varkens komt voor in Noord-Brabant. Dit aandeel is vrijwel niet gewijzigd tussen 2001 en 2005. Het aantal vleesvarkensplaatsen (aanwezig plaatsen in huisvestingssystemen voor varkens) in de Landbouwtelling van 2001 was in Noord-Brabant 13% hoger dan het werkelijk aantal dieren (vleesvarkens). In de overige provincies lag het aantal vleesvarkensplaatsen 19% hoger dan het aantal dieren. Het aantal zeugenplaatsen is zowel in Noord-Brabant als in de overige provincies ruim 20% hoger dan het aantal dieren. Het verschil tussen het aantal dierplaatsen en het daadwerkelijk getelde aantal dieren in de Landbouwtelling is bij het vergunningenbestand van Noord-Brabant circa 40-45%. Dit zou kunnen wijzen op vergunningen waarop geen dieren (meer) worden gehouden. Het is onzeker hoe het grote verschil tussen vergunde dierplaatsen en het aantal getelde dieren doorwerkt in de verhouding tussen emissiearm en traditionele huisvesting in de praktijk.

Op het eerste gezicht is er een forse toename in emissiearme huisvesting. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat in de Landbouwtelling van 2001 specifiek is gevraagd naar het aantal dierplaatsen met groenlabel. Dit aantal is gelijk gesteld aan emissiearm. Het aandeel emissiearm op basis van het vergunningenbestand Noord-Brabant omvat alle stalsystemen die niet tot de groep "overige huisvestingssystemen" behoren. Mogelijk zitten hier ook systemen bij die niet het predikaat groenlabel hebben.

Op basis van de diercategorieën waarvoor de WUM excretiefactoren berekent, mesttype en staltype, worden bij varkens 10 verschillende huisvestingssystemen onderscheiden (Tabel B3.6).

Tabel B3.6 Indeling van huisvestingssystemen varkens na verwerking van de informatie over staltype en mesttype.

Diercategorie	Type mest	Staltype	Aantal systemen
vleesvarkens			
vleesvarkens	dunne mest	gangbaar en emissiearm	2
fokvarkens			
opfokzeugen en -beren	dunne mest	gangbaar en emissiearm	2
zeugen	dunne mest	gangbaar en emissiearm	2
opfokberen > 50 kg	dunne mest	gangbaar en emissiearm	2
dekberen	dunne mest	gangbaar en emissiearm	2

B3.2.3 Pluimvee

In de Landbouwtelling van 2004 is gevraagd naar de huisvesting van leghennen jonger dan 18 weken en van leghennen van 18 weken en ouder naar een aantal staltypen. De implementatiegraden van de staltypen zijn in de eerste plaats gebaseerd op deze resultaten. In de Landbouwtelling is echter geen onderscheid gemaakt tussen emissiearme varianten van bepaalde staltypen zoals batterijshuisvesting met geforceerde mestdroging en bij grondhuisvesting. Voor dit onderscheid is gebruik gemaakt van het verunningenbestand van Noord-Brabant. Tabel B3.7 toont het overzicht van de huisvestingssystemen voor pluimvee.

De huisvesting van ouderdieren van vleeskuikens jonger dan 19 weken is niet relevant omdat er maar één emissiefactor voor deze diercategorie in de Rav (code E3) is opgenomen. Voor ouderdieren van 19 weken en ouder, vleeskuikens en kalkoenen is de verdeling tussen emissiearme en overige huisvestingssystemen wel relevant. Aangezien uit de Landbouwtelling geen informatie beschikbaar is over de huisvesting van deze categorieën, is hiervoor het vergunningenbestand van Noord-Brabant gebruikt. Bij vleeseenden wordt er van uitgegaan dat de dieren binnen worden gemest (Tabel B3.8).

Tabel B3.7 Huisvestingssystemen pluimvee.

Diercategorie: Pluimvee	Type mest	Staltype
opfokhennen < 18 weken	dunne mest	batterij-open opslag
opfokhennen < 18 weken	dunne mest	batterij-2/week
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	batterij+droging - gangbaar
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	batterij+droging - emissiearm
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	batterij+droging en nadroging - gangbaar
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	batterij+droging en nadroging - emissiearm
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	scharrel (incl. uitloop)
opfokhennen < 18 weken	vaste mest	volière (incl. uitloop)
leghennen > 18 weken	dunne mest	batterij-open opslag
leghennen > 18 weken	dunne mest	batterij-2/week
leghennen > 18 weken	vaste mest	dieppit
leghennen > 18 weken	vaste mest	batterij+droging - gangbaar
leghennen > 18 weken	vaste mest	batterij+droging - emissiearm
leghennen > 18 weken	vaste mest	batterij+droging en nadroging - gangbaar
leghennen > 18 weken	vaste mest	batterij+droging en nadroging - emissiearm
leghennen > 18 weken	vaste mest	scharrel (incl. uitloop) - gangbaar
leghennen > 18 weken	vaste mest	scharrel (incl. uitloop) - emissiearm
leghennen > 18 weken	vaste mest	volière (incl. uitloop)
ouderdieren van vleesrassen < 18 weken	vaste mest	gangbaar

Tabel B3.8 Verdeling van het aantal dierplaatsen (overig pluimvee) over emissiearme en overige huisvesting op basis vergunningen Noord Brabant.

Diercategorie	Dierplaatsen	Verdeling
Vleeskuikenouderdieren emissiearm	701 870	26,9%
Vleeskuikenouderdieren gangbaar	1 903 300	73,1%
Vleeskuikenouderdieren totaal	2 605 170	
Vleeskuikens emissiearm	1 946 203	10,1%
Vleeskuikens gangbaar	17 371 273	89,9%
Vleeskuikens totaal	19 317 476	
Vleeskalkoenen emissiearm	81 510	26,1%
Vleeskalkoenen gangbaar	230 746	73,9%
Vleeskalkoenen totaal	312 256	

B3.2.4 Overige diercategorieën

Voor alle overige diercategorieën wordt uitgegaan van gangbare huisvesting.

B3.3 Emissiefactoren voor stalsystemen

B3.3.1 Rundvee

In de Rav zijn jaarrond emissiefactoren voor melkkoeien opgenomen, verdeeld naar systemen met beweiding (overdag weiden) en naar systemen met permanent opstallen. Om aan te sluiten bij de excretiefactoren die gesplitst zijn in afzonderlijke factoren voor stal- en weideperiode, zijn de jaarrond factoren in de Rav gesplitst in een factor voor de stalperiode en een factor voor de weideperiode. Deze splitsing is uitgevoerd met behulp van de formule van Van Duinkerken *et al.* (2003).

De emissiefactoren voor emissiearme huisvesting van melkkoeien zijn berekend op basis van de verdeling in de landbouwtelling van 2004 (Tabel B3.9)

Tabel B3.9 Gemiddelde emissiefactor voor ammoniak (melkkoeien, jaarrond) per dierplaats met weging op basis van implementatiegraden *

	Emissiefactor ammoniak
	Gemiddeld
Emissiearm - beweiden	5,2
Emissiearm - permanent opstallen	8,9

*Bron: Landbouwtelling 2004

Voor jongvee en vleesveecategorieën kent de Rav meestal maar één emissiefactor. Alleen voor roséveeskalveren is er onderscheid tussen emissiearm en overig. Uit de landbouwtelling is geen informatie beschikbaar over huisvesting van vleeskalveren. Op basis van het bestand van N-Brabant is het aandeel emissiearme huisvesting verwaarloosbaar klein (< 0,5%).

B3.3.2 Varkens

Uit de landbouwtelling is geen recente informatie beschikbaar om daaruit het aandeel emissiearme huisvesting te bepalen. In plaats daarvan is het vergunningbestand van Noord-Brabant toegepast (paragraaf B3.2.2). De emissiefactoren voor zowel emissiearme als traditionele huisvesting zijn berekend als gemiddelde van de Rav-factoren bij de betreffende huisvestingssystemen, waarbij gewogen is met het aantal vergunde dieren (Tabel B3.10)

Tabel B3.10 Gemiddelde emissiefactor voor ammoniak (kg per dierplaats) met weging op basis van vergunde dieraantallen *

Emissiearm biggen	0,18
Gangbaar biggen	0,62
Emissiearm kraamzeugen	3,0
Gangbaar kraamzeugen	8,3
Emissiearm dragende zeugen	2,0
Gangbaar dragende zeugen	4,2
Emissiearm dekberen	1,3
Gangbaar dekberen	5,5
Emissiearm vlees- en opfokvarkens	1,1
Gangbaar vlees- en opfokvarkens	3,0

*Bron: BVB-Noord-Brabant

B3.3.3 Pluimvee

In de landbouwtelling van 2004 is gevraagd naar de huisvesting van legkippen (paragraaf B3.2.3). In de Landbouwtelling is echter geen onderscheid gemaakt tussen emissiearme varianten van bepaalde staltypen zoals batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging en bij grondhuisvesting. Voor dit onderscheid is gebruik gemaakt van het vergunningenbestand van Noord-Brabant. Dit leverde uiteindelijk een verdeling op van dierplaatsen naar onderstaande stalsystemen met koppeling aan de betreffende Rav-emissiefactor (Tabel B3.11). Grondhuisvesting en volière met uitloop zijn in de berekening samen genomen met systemen zonder uitloop.

Tabel B3.11 Koppeling van stalsysteem* aan Rav-factoren

Opfokhennen	Rav-code
kooisysteem met natte mest	E1.1/E1.2
kooisysteem met droge mest, (eventueel nadroging)	E1.5.1
kooisysteem met droge mest, emissiearm (eventueel nadroging)	E1.5.2
grondhuisvesting	E1.7
volièrehuisvesting	E1.8.1
Leghennen	
kooisysteem met open mestopslag	E2.1
kooisysteem met mestafvoer minimaal 2x pwk naar gesloten opslag	E2.2
kooisysteem met kanalenstal/deeppitstal	E2.4
kooisysteem met geforceerde droging (eventueel nadroging)	E2.5.1
kooisysteem met geforceerde droging, emissiearm (eventueel nadroging)	E2.5.2
Grondhuisvesting	E2.7
Grondhuisvesting, emissiearm**	E2.8 E2.9, E2.12.1
volièrehuisvesting, gangbaar	E.2.11.1
volièrehuisvesting, emissiearm	E.2.11.2

* Landbouwtelling 2004, aangevuld met gegevens Noord-Brabant

** Met weging op basis van het aantal dierplaatsen

Voor ouderdieren van vleeskuikens jonger dan 19 weken is er maar één emissiefactor (Rav E3). Op basis van de nieuwe rekenmethodiek wordt voor deze diercategorie een verlies boven de 100% van de TAN-excretie berekend.

Voor ouderdieren van 19 weken en ouder, vleeskuikens en kalkoenen is de verdeling tussen emissiearm en overige huisvestingssystemen gebaseerd op het vergunningenbestand van Noord-Brabant. De emissiefactoren voor emissiearme huisvesting zijn daarbij berekend als gemiddelde van emissiearme stalsystemen (Rav) waarbij gewogen is met het aantal vergunde dieren aantallen (Tabel B3.12).

*Tabel B3.12 Gemiddelde emissiefactor voor ammoniak (kg per dierplaats) met weging op basis van vergunde dieren aantallen **

Emissiearm vleeskuikenouderdieren	0,160
Gangbaar vleeskuikenouderdieren	0,580
Emissiearm vleeskuikens	0,018
Gangbaar vleeskuikens	0,080
Emissiearm vleeskalkoenen	0,147
Gangbaar vleeskalkoenen	0,680

*Bron: BVB Noord-Brabant

Tabel B3.13

RAV-Factoren voor gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag; actueel, gepercenteerd op WUM-excretie (TAN) van het jaar van de RAV-waarde.

Diercategorie	Periode	Stalsysteem		aandeel	NH ₃ (N)		N-overig		
		mesttype	omschrijving		Stal	Opslag	Stal	Opslag	
									NH ₃ (N), % van TAN-excretie
RUNDVEE									
<i>Melk- en fokvee</i>									
vrouwelijk jongvee	stal-winter	dunne mest	gangbaar	90.0%	11.1%	0.7%	1.7%	0.8%	
vrouwelijk jongvee	stal-winter	vaste mest	gangbaar	10.0%	11.6%	1.7%	20.4%	12.0%	
vrouwelijk jongvee	stal-winter	totaal	gangbaar	100.0%	11.2%	0.8%	3.6%	1.9%	
<i>mannelijk jongvee - stierkalf en fokstier</i>									
mannelijk jongvee - stierkalf en fokstier	stal-jaar	dunne mest	gangbaar	90.0%	11.8%	0.7%	1.6%	0.8%	
mannelijk jongvee - stierkalf en fokstier	stal-jaar	vaste mest	gangbaar	10.0%	12.3%	1.7%	20.0%	11.6%	
mannelijk jongvee - stierkalf en fokstier	stal-jaar	totaal	gangbaar	100.0%	11.9%	0.8%	3.5%	1.9%	
<i>melk- en kalfkoeien</i>									
melk- en kalfkoeien	stal-winter	dunne mest	gangbaar	92.0%	10.7%	0.8%	1.9%	1.0%	
melk- en kalfkoeien	stal-winter	dunne mest	emissiearm	8.0%	5.8%	0.8%	1.9%	1.0%	
melk- en kalfkoeien	stal-winter	dunne mest	totaal	97.0%	10.3%	0.8%	1.9%	1.0%	
melk- en kalfkoeien	stal-winter	vaste mest	gangbaar	3.0%	11.5%	2.1%	24.1%	14.4%	
melk- en kalfkoeien	stal-winter	totaal	totaal	100.0%	10.4%	0.9%	2.6%	1.4%	
<i>melk- en kalfkoeien</i>									
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	gangbaar, permanent opstallen	32.6%	12.2%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	gangbaar, beperkt weiden	58.9%	15.4%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	gangbaar, onbeperkt weiden	8.5%	42.1%	0.5%	1.7%	0.6%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	gangbaar, totaal	92.0%	16.6%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	emissiearm, permanent opstallen	32.6%	9.9%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	emissiearm, beperkt weiden	58.9%	8.4%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	emissiearm, onbeperkt weiden	8.5%	23.1%	0.6%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	dunne mest	emissiearm, totaal	8.0%	10.2%	0.7%	1.7%	0.8%	
melk- en kalfkoeien	stal-zomer	totaal	totaal	100.0%	16.1%	0.7%	1.7%	0.8%	
<i>Vlees- en weidevee</i>									
vleeskalveren, voor de witvleesproductie									
vleeskalveren, voor de witvleesproductie	stal-jaar	dunne mest	gangbaar	100.0%	25.8%	0.0%	1.6%	0.0%	
vleeskalveren, voor de rozevleesproductie	stal-jaar	dunne mest	gangbaar	100.0%	13.0%	0.0%	2.0%	0.0%	
<i>vrouwelijk jongvee</i>									
vrouwelijk jongvee	stal-winter	dunne mest	gangbaar	0.0%	11.1%	0.7%	1.7%	0.8%	
vrouwelijk jongvee	stal-winter	vaste mest	gangbaar	100.0%	11.6%	1.7%	20.4%	12.0%	
vrouwelijk jongvee	stal-winter	totaal	gangbaar	100.0%	11.6%	1.7%	20.4%	12.0%	
<i>mannelijk jongvee (incl. ossen)</i>									
mannelijk jongvee (incl. ossen)	stal-jaar	dunne mest	gangbaar	100.0%	20.8%	0.8%	2.0%	0.9%	
<i>zoog-, mest- en weidekoeien</i>									
zoog-, mest- en weidekoeien	stal-winter	dunne mest	gangbaar	0.0%	15.3%	0.7%	1.7%	0.8%	
zoog-, mest- en weidekoeien	stal-winter	vaste mest	gangbaar	100.0%	16.1%	1.7%	21.2%	12.0%	
zoog-, mest- en weidekoeien	stal-winter	totaal	gangbaar	100.0%	16.1%	1.7%	21.2%	12.0%	
SCHAPEN EN GEITEN									
schapen	stal-winter	vaste mest	gangbaar	100.0%	21.8%	1.1%	21.2%	7.6%	
melkgeiten	stal-jaar	vaste mest	gangbaar	100.0%	13.8%	0.0%	46.9%	0.0%	
PAARDEN EN PONY'S									
paarden	stal-jaar	vaste mest	gangbaar	100.0%	14.6%	0.6%	19.4%	4.4%	
paarden	stal-zomer	vaste mest	gangbaar	100.0%					
pony's	stal-jaar	vaste mest	gangbaar	100.0%	21.8%	0.6%	19.2%	4.0%	
pony's	stal-zomer	vaste mest	gangbaar	100.0%					
VARKENS									
<i>vleesvarkens</i>									
vleesvarkens		dunne mest	gangbaar	67.6%	26.4%	0.5%	1.6%	0.3%	
vleesvarkens		dunne mest	emissiearm	32.4%	9.9%	1.2%	1.6%	0.7%	
vleesvarkens		dunne mest	totaal	100.0%	21.0%	0.8%	1.6%	0.5%	
<i>fokvarkens</i>									
opfokzeugen en -beren		dunne mest	gangbaar	67.6%	27.9%	0.5%	1.6%	0.3%	
opfokzeugen en -beren		dunne mest	emissiearm	32.4%	10.5%	1.2%	1.6%	0.7%	
opfokzeugen en -beren		dunne mest	totaal	100.0%	22.3%	0.8%	1.6%	0.5%	
zeugen incl. biggen		dunne mest	gangbaar	60.5%	27.8%	0.5%	1.6%	0.3%	
zeugen incl. biggen		dunne mest	emissiearm	39.5%	10.8%	0.6%	1.6%	0.4%	
zeugen incl. biggen		dunne mest	totaal	100.0%	21.1%	0.6%	1.6%	0.3%	
opfokberen > 50 kg		dunne mest	gangbaar	67.6%	26.6%	0.6%	1.7%	0.3%	
opfokberen > 50 kg		dunne mest	emissiearm	32.4%	10.0%	1.3%	1.7%	0.8%	
opfokberen > 50 kg		dunne mest	totaal	100.0%	21.2%	0.8%	1.7%	0.5%	
dekberen		dunne mest	gangbaar	96.5%	26.2%	0.5%	1.5%	0.3%	
dekberen		dunne mest	emissiearm	3.5%	6.0%	1.2%	1.5%	0.7%	
dekberen		dunne mest	totaal	100.0%	25.5%	0.5%	1.5%	0.3%	

Diercategorie	Periode	Stalsysteem		aandeel	NH ₃ (N)			
		mesttype	omschrijving		NH ₃ (N)		N-overig	
					Stal	Opslag	Stal	Opslag
					NH ₃ (N), % van TAN-excretie			
PLUIMVEE								
opfokhennen < 18 weken		dunne mest	batterij-open opslag	4.8%	14.3%	1.2%	1.6%	1.4%
opfokhennen < 18 weken		dunne mest	batterij-2/week	4.8%	6.3%	1.3%	1.6%	1.5%
opfokhennen < 18 weken		dunne mest	dieppit					
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	batterij+droging-gangbaar	12.9%	6.3%	8.5%	1.6%	17.8%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	batterij+droging-emissiearm	2.7%	1.9%	8.4%	1.6%	18.4%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	batterij+droging en nadroging-gangt	24.1%	6.3%	3.4%	1.6%	1.5%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	batterij+droging en nadroging-emiss	5.2%	1.9%	3.4%	1.6%	1.6%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	scharrel (incl. uitloop)-gangbaar	34.1%	54.6%	0.0%	19.2%	0.0%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	scharrel (incl. uitloop)-emissiearm					
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	volière (incl. uitloop)-gangbaar	10.2%	16.1%	8.7%	1.6%	16.7%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	volière (incl. uitloop)-emissiearm					
opfokhennen < 18 weken		onbekend	overig	1.2%				
opfokhennen < 18 weken		dunne mest	totaal	9.6%	10.3%	1.2%	1.6%	1.5%
opfokhennen < 18 weken		vaste mest	totaal	90.4%	25.5%	3.6%	8.3%	5.5%
legghennen > 18 weken		dunne mest	batterij-open opslag	1.4%	18.6%	1.1%	1.6%	1.4%
legghennen > 18 weken		dunne mest	batterij-2/week	5.8%	5.6%	1.2%	1.6%	1.5%
legghennen > 18 weken		vaste mest	dieppit	0.6%	61.3%	0.0%	18.2%	0.0%
legghennen > 18 weken		vaste mest	batterij+droging-gangbaar	12.8%	5.6%	7.9%	1.6%	17.2%
legghennen > 18 weken		vaste mest	batterij+droging-emissiearm	4.0%	1.6%	7.9%	1.6%	17.7%
legghennen > 18 weken		vaste mest	batterij+droging en nadroging-gangt	24.0%	5.6%	2.3%	1.6%	1.5%
legghennen > 18 weken		vaste mest	batterij+droging en nadroging-emiss	7.5%	1.6%	2.4%	1.6%	1.5%
legghennen > 18 weken		vaste mest	scharrel (incl. uitloop)-gangbaar	22.4%	47.3%	0.0%	18.4%	0.0%
legghennen > 18 weken		vaste mest	scharrel (incl. uitloop)-emissiearm	10.9%	14.8%	0.0%	4.6%	0.0%
legghennen > 18 weken		vaste mest	volière (incl. uitloop)-gangbaar	7.1%	13.5%	8.0%	1.6%	16.3%
legghennen > 18 weken		vaste mest	volière (incl. uitloop)-emissiearm	0.8%	8.3%	8.4%	1.6%	17.0%
legghennen > 18 weken		onbekend	overig	2.7%				
legghennen > 18 weken		dunne mest	totaal	7.2%	8.1%	1.2%	1.6%	1.5%
legghennen > 18 weken		vaste mest	totaal	92.8%	17.6%	3.0%	6.2%	5.2%
ouderdieren van vleesrassen < 18 weken		vaste mest		100.0%	83.2%	0.0%	19.7%	0.0%
ouderdieren van vleesrassen > 18 weken		vaste mest	gangbaar	73.1%	59.4%	0.0%	17.7%	0.0%
ouderdieren van vleesrassen > 18 weken		vaste mest	emissiearm	26.9%	16.4%	0.0%	17.7%	0.0%
ouderdieren van vleesrassen > 18 weken		vaste mest	totaal	100.0%	47.8%	0.0%	17.7%	0.0%
vleeskuikens		vaste mest	gangbaar	89.9%	21.5%	0.0%	1.7%	0.0%
vleeskuikens		vaste mest	emissiearm	10.1%	4.9%	0.0%	1.7%	0.0%
vleeskuikens		vaste mest	totaal	100.0%	19.8%	0.0%	1.7%	0.0%
eenden		vaste mest		100.0%	29.7%	0.0%	42.9%	0.0%
kalkoenen		vaste mest	gangbaar	73.9%	41.0%	0.0%	19.2%	0.0%
kalkoenen		vaste mest	emissiearm	26.1%	8.8%	0.0%	19.2%	0.0%
kalkoenen		vaste mest		100.0%	32.6%	0.0%	19.2%	0.0%
konijnen-voedsters		vaste mest		35.2%				
konijnen-fokrammen		vaste mest		0.7%				
konijnen-opfokkonijnen		vaste mest		2.4%				
konijnen-vleeskonijnen		vaste mest		61.8%				
konijnen-totaal (per voedster)		vaste mest		100.0%	39.7%	0.0%	1.7%	0.0%
nertsen		dunne mest		100.0%	18.6%	0.0%	1.7%	0.0%
vossen		dunne mest		100.0%	23.5%	0.0%	1.7%	0.0%

Bijlage 4 Leegstand voor de diercategorieën in de Rav voor ammoniak met bronvermelding

Samengesteld door Karin Groenestein (ASG)

Nr.	Diercategorie	Leegstand (%)	Bron
A1	Diercategorie melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar	10	Monteny et al., 2001
A2	Diercategorie zoogkoeien ouder dan 2 jaar	10	Monteny et al., 2001
A3	Diercategorie vrouwelijk jongvee tot 2 jaar	10	Monteny et al., 2001
A4	Diercategorie vleeskalveren tot 8 maanden		
	wit	7	Oenema et al. (2000)
	rose	7	Oenema et al. (2000)
A 5	Diercategorie vleesstierkalveren tot 6 maanden	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
A 6	Diercategorie vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden (roodvleesproductie)	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
A 7	Diercategorie fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar (2)	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
B 1	Diercategorie schapen ouder dan 1 jaar, inclusief lammeren tot 45 kg	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
C 1	Diercategorie geiten ouder dan 1 jaar	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
C 2	Diercategorie opfokgeiten van 61 dagen tot en met één jaar	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
C 3	Diercategorie opfokgeiten en afmestlammeren tot en met 60 dagen	0	Beoordelingsrichtlijn 1996
D 1.1	Diercategorie biggenopfok (gespeende biggen)	10	Beoordelingsrichtlijn 1996
D 1.2	Diercategorie kraamzeugen (inclusief biggen tot spenen)	10	Beoordelingsrichtlijn 1996
D 1.3	Diercategorie guste en dragende zeugen	5	Beoordelingsrichtlijn 1996
D 2	Diercategorie dekberen, 7 maanden en ouder	10	Beoordelingsrichtlijn 1996
D 3	Diercategorie vleesvarkens, opfokberen van ca. 25 kg tot 7 maanden, opfokzeugen van ca. 25 kg tot eerste dekking	10	Beoordelingsrichtlijn 1996
E 1	Diercategorie opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan 18 weken	10	Beoordelingsrichtlijn 1996
E 2	Diercategorie legkippen en (groot-)ouderdieren van legrassen	5	Oenema et al. (2000)
E 3	Diercategorie (groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok, jonger dan 19 weken	17	KWIN (1)
E 4	Diercategorie (groot-)ouderdieren van vleeskuikens	13	KWIN
E 5	Diercategorie vleeskuikens	19	KWIN
F 1	Diercategorie ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, tot 6 weken	25	Oenema et al. (2000)
F 2	Diercategorie ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, van 6 tot 30 weken (3)	8	Oenema et al. (2000)
F 3	Diercategorie ouderdieren van vleeskalkoenen, van 30 weken en ouder (3)	14	Oenema et al. (2000)
F 4	Diercategorie vleeskalkoenen	5	Beurskens et al., 2002
G 1	Diercategorie ouderdieren van vleeseenden tot 24 maanden (3)	5	Oenema et al. (2000)
G 2	Diercategorie vleeseenden (3)	16	Oenema et al. (2000)
H 1	Diercategorie nertsen, per fokteef	10	Oenema et al. (2000)

Nr.	Diercategorie	Leegstand (%)	Bron
H 2	Diercategorie zilvervossen, per fokmoer	10	Oenema et al. (2000)
H 3	Diercategorie blauwvossen, per fokmoer	10	Oenema et al. (2000)
I 1	Diercategorie voedster inclusief 0,15 ram en bijbehorende jongen tot speenleeftijd	0	KWIN
I 2	Diercategorie vlees en opfokkonijnen tot dekleeftijd	15	Hol et al., 2004
J 1	Diercategorie parelhoenders voor de vleesproductie (4)	19	KWIN
K 1	Diercategorie volwassen paarden, 3 jaar en ouder	0	Groenestein et al. (2005)
K 2	Diercategorie paarden in opfok, jonger dan 3 jaar	0	Groenestein et al. (2005)
K 3	Diercategorie volwassen pony's, 3 jaar en ouder	0	Groenestein et al. (2005)
K 4	Diercategorie pony's in opfok, jonger dan 3 jaar	0	Groenestein et al. (2005)

(1) KWIN: betekent de KWIN van betreffende jaar, anders meest recente KWIN

(2) Gelijk gesteld aan zoogkoeien

(3) Oenema et al. (2000) gaf leegstand op met een decimaal achter de komma, dit zijn afgeronde percentages

(4) gelijk gesteld aan vleeskuikens

Bijlage 5 Opslag buiten de stal

Marga Hoogeveen en Harry Luesink (LEI)

Bij de Landbouwtelling van 2007 is voor dunne mest gevraagd naar de mestopslag zowel in als onder de stal en buiten de stal. Voor vaste mest is alleen gevraagd naar de totale mestopslagcapaciteit. Deze gegevens worden gebruikt voor de Milieubalans vanaf het jaar 2006. In deze bijlage wordt beschreven hoe de cijfers zijn gebruikt voor de berekeningen van de milieubalans van het jaar 2006. De CDM-Werkgroep Harmonisatie Ammoniak heeft de nieuwe cijfers voor mestopslag nog niet geïnterpreteerd (de berekeningen in dit rapport gaan over 2005). Het wordt aanbevolen dat de Werkgroep op basis van de nieuwe cijfers uit de Landbouwtelling de mestopslag buiten de stal vaststelt en dat deze gegevens gebruikt worden door EmissieRegistratie en CBS bij berekeningen vanaf 2006 (zie aanbevelingen in hoofdstuk 11).

Opslag buiten de stal

In 2007 is er een opslagcapaciteit voor dunne mest bij landbouwbedrijven van 49 mld. liter, waarvan 38 mld. liter voor dunne runder mest en 11 mld. liter voor dunne varkensmest en nog een klein beetje voor dunne pluimveemest (Tabel B5.1).

Tabel B5.1: Mestopslag capaciteit in mln. liter op basis van de landbouwtelling van het jaar 2007 naar mestsoort (Bron: Van Bruggen; 2008).

Mestsoort	In en onder de stal	Buiten de stal	Totaal
Dunne mestsoorten:			
- Runder	27 551	10 346	37 896
- Varkens	9 276	1 852	11 128
- Pluimvee	100	46	147
Vaste mest			
- Runder			3 610
- Varkens			250
- Pluimvee			1 050

Vanuit de gegevens van tabel B5.1 wordt berekend welk deel van de geproduceerde mest buiten de stal wordt opgeslagen. Omdat nog niet bekend is hoeveel mest er in 2007 is geproduceerd, wordt voor de productie van mest uitgegaan van de gegevens van het jaar 2006 (Tabel B5.2). Om vanuit de gegevens van de tabellen B5.1 en B5.2 het aandeel van de jaarproductie van mest te berekenen dat in de opslag buiten de stal terecht komt, worden de volgende aannames gemaakt:

- het soortelijk gewicht van dunne mest is 1 en dat van vaste mest is 0,65. Tabel B5.1 is in liters en de gegevens van tabel B5.2 zijn in kg. De gegevens van tabel B5.2 worden via het soortelijk gewicht omgerekend naar liters;
- 75% van de productie van dunne rundermest (exclusief vleeskalveren) komt in de opslag en 25% komt in de wei. De hoeveelheid dunne rundermest in opslag is dan: $0.75 * 49330 + 2975$ (vleeskalveren) = 39.972 mln. kg;
- alle vaste pluimveemest is mestopslag buiten de stal; en
- alle opslagcapaciteit wordt benut.

Tabel B5.2: Mestproductie door de Nederlandse veestapel in mln. kg in 2006 zoals die door de WUM-werkgroep is berekend (Van Bruggen, 2008)

Diersoort	Dunne mest	Vaste mest
Rundvee, excl. vleeskalveren	49 330	1 002
Vleeskalveren	2 975	-
Varkens	11 787	-
Pluimvee	147	1 324
Schape en geiten	1 295	441
Pelsdieren en konijnen	-	88
Paarden en pony's	368	526
Totaal	65 902	3 382

Het deel van de jaarproductie in de stal die buiten de stal wordt opgeslagen wordt dan:

- Dunne rundmest: opslag van 10.346 mln. liter gedeeld door productie in opslag van 39.972 mln. kg met een SG van 1 = 25%;
- Dunne varkensmest: opslag van 1.852 mln. liter gedeeld door productie in opslag van 11.787 kg mln. met een SG van 1 = 16%;
- Dunne pluimveemest: opslag van 46 mln. liter gedeeld door productie in opslag van 147 mln. kg met een SG van 1 = 31%
- Vaste pluimveemest: opslag van 1.050 mln. liter gedeeld door productie in opslag van 1.324 mln. kg met een SG van 0,65 = 52%; en
- Vaste rundveemest, uit de gegevens valt niet te halen hoeveel mest buiten de stal wordt opgeslagen.

Bij de opslag van vaste mest buiten de stal vindt de emissie van ammoniak volledig plaats in de eerste weken dat de mest wordt opgeslagen (Aeger, 2007 en Amon, 2001). Bij de berekeningen met MAMBO wordt daarom voor de opslag van vaste mest de jaarrond EF gehanteerd zonder die te vermenigvuldigen met de tijd dat de mest in de opslag zit.

Bijlage 6 Mesttoediening in 2005

Cor van Bruggen (CBS)

Toerekening van mest aan grasland en bouwland

De plaatsingsruimte in 2005 is berekend op basis van de MINAS-verliesnormen plus de afvoer van mineralen met gewassen. De plaatsingsruimte is hierbij verdeeld naar de volgende typen bedrijven:

- Graasdierbedrijven
- Varkensbedrijven
- Pluimveebedrijven
- Overige hokdier(combinatie)bedrijven
- Akkerbouw/veeteeltcombinaties
- Overige bedrijven

Bij de verdeling over grasland en bouwland is in de eerste plaats de weidemest van graasdieren in mindering gebracht op de plaatsingsruimte.

De mest uit stal en opslag is verdeeld in vier categorieën:

- Graasdiermest - dunne mest
- Graasdiermest - vaste mest
- Varkensmest
- Pluimveemest (incl. konijnen en pelsdieren)

De mest die onttrokken is aan de landbouw door mestverwerking en door netto mestexport is in mindering gebracht op de mest uit stal en opslag.

Graasdiermest

Graasdiermest is eerst toegerekend aan grasland bij graasdierbedrijven, vervolgens aan bouwland bij graasdierbedrijven. De graasdiermest die dan nog resteert is eerst toegerekend aan grasland van andere bedrijven en ten slotte aan bouwland van andere bedrijven. In 2005 kwam dit niet voor maar kon alle graasdiermest geplaatst worden bij graasdierbedrijven. Dunne en vaste graasdiermest zijn evenredig verdeeld over grasland en bouwland.

Varkensmest

Varkensmest is eerst toegerekend aan grasland bij varkensbedrijven, vervolgens aan bouwland bij varkensbedrijven. De varkensmest die dan nog resteert is eerst toegerekend aan grasland van andere bedrijven en tenslotte aan bouwland van andere bedrijven.

Pluimveemest

Pluimveemest is eerst toegerekend aan grasland bij pluimveebedrijven, vervolgens aan bouwland bij pluimveebedrijven. De pluimveemest die dan nog resteert is eerst toegerekend aan grasland van andere bedrijven en tenslotte aan bouwland van andere bedrijven.

De toerekening van mest aan grasland en bouwland resulteert in een volledige benutting van de plaatsingsruimte op grasland, alleen op bouwland resteert na de mestverdeling nog plaatsingsruimte.

Verdeling van mest over toedieningstechnieken

In bijlage 14 is een overzicht gegeven van de emissiefactoren per methode op basis van TAN. De implementatiegraden van toedieningsmethoden op grasland en bouwland zijn ontleend aan de landbouwtelling 2005. Hierbij is een splitsing gemaakt tussen bedrijven die mest produceren en bedrijven die geen mest produceren. Binnen de groep mest-producerende bedrijven is verder onderscheid gemaakt in bedrijven met alleen graasdiermest, bedrijven met alleen varkensmest en bedrijven met alleen pluimveemest (inclusief de mest van konijnen en pelsdieren). Zo ontstaat een beeld van het gebruik van toedieningstechnieken per mestsoort door bedrijven die de betreffende mest produceren.

Bij de toedieningstechnieken van bedrijven die zelf geen mest produceren, is een verdeling naar mestsoort niet mogelijk. Het is immers niet bekend welke mest door deze bedrijven wordt aangevoerd. Om voor deze bedrijven de implementatiegraden van de technieken te bepalen, is gewogen met het areaal grasland en bouwland.

Bij toediening op grasland is de categorie 'overige methoden' voor 50% beschouwd als bovengronds toedienen en voor 50% toediening met sleepvoeten. Bij toediening op bouwland is de categorie 'overige methoden' voor 50% beschouwd als bovengronds toedienen en voor 50% door middel van onderwerken in twee werkgangen.

In aanvulling op de implementatiegraden van de toedieningsmethoden wordt er van uitgegaan dat vaste graasdiermest op grasland bovengronds wordt toegediend. Op bouwland wordt vaste graasdiermest bovengronds toegediend of door middel van onderwerken in twee werkgangen. De vaste pluimveemest die bedrijven aanvoeren wordt bovengronds toegediend of door middel van onderwerken in twee werkgangen.

Per mestsoort is de emissie berekend door vermenigvuldiging van de hoeveelheid N-totaal * TAN% * aandeel techniek * emissiefactor.

In tabel B6.1 staan de gehanteerde implementatiegraden van de mesttoedieningstechnieken in 2005 weergegeven .

Per mestsoort is de emissie berekend door vermenigvuldiging van de hoeveelheid N-totaal * TAN% * aandeel techniek * emissiefactor.

Tabel B6.1. Implementatiegraad methode van mesttoediening op grasland en bouwland in 2005

	Grasland					Totaal
	Zoden- bemester	Sleuf- kouter	Sleep- voeten en	Boven- gronds		
Bedrijf met productie van:						
Graasdiermest	56%	16%	26%	2%		100%
Varkensmest	90%	4%	5%	1%		100%
Pluimveemest	56%	2%	23%	19%		100%
Bedrijven zonder mestproductie (akkerbouw e.d.)	72%	12%	13%	3%		100%

	Bouwland					
	Injectie/ volledig bedekken	Sleep- voeten	Onder- werken in 1 werkgang	Onder- werken in 2 werkgangen	Boven- gronds	Totaal
Bedrijf met productie van:						
Graasdiermest	32%	7%	24%	36%	1%	100%
Varkensmest	46%	2%	28%	23%	1%	100%
Pluimveemest	21%	2%	23%	48%	6%	100%
Bedrijven zonder mestproductie (akkerbouw e.d.)	34%	7%	29%	26%	4%	100%

Bijlage 7 Berekening van TAN-excretie voor melkvee en jongvee

*L. Šebek & A. Bannink
(Divisie Veehouderij, ASG, Wageningen UR)*

Inleiding

Tot op heden wordt de ammoniakemissie ingeschat door middel van een emissiepercentage dat van toepassing is op de totale N excretie. Het is echter vooral de excretie van urine-N die verantwoordelijk is voor de ammoniakemissie. Om deze reden is er momenteel de wens om ammoniakemissie in te schatten op basis van de excretie van urine N. Urine N komt grofweg overeen met de excretie van totale ammoniakale N (TAN).

Deze notitie betreft de berekening van TAN als eerste stap in het aanpassen van de berekeningen voor ammoniakemissie. Voor melkvee is het jaar 2001 is als richtjaar gekozen vanwege de WUM-RAV excreties die gebaseerd zijn op gegevens voor dit jaar. Om dezelfde reden werd voor jongvee de gegevens voor het jaar 1990 aangehouden.

Een beschrijving wordt gegeven van de gevolgde rekenmethodiek en de TAN-resultaten worden gepresenteerd voor melkvee, jongvee jonger dan 1 jaar en jongvee met een leeftijd tussen de 1 en 2 jaar, weide & zoogkoeien, fokstieren, vleeskalveren (wit) leeftijd 0-6 maanden, vleeskalveren (rosé) leeftijd 0 – 8 maanden, vleesstieren jonger dan 1 jaar, en vleesstieren ouder dan 1 jaar.

Methode

Berekeningsmethode

De totale N-excretie wordt berekend conform de methode die WUM hanteert, en die tevens door Tamminga e.a. (2000, 2004) gebruikt is voor het afleiden van de forfaitaire excretiecijfers. In deze methode wordt op de opname van N met de afzonderlijke rantsoencomponenten berekend en de totale N-excretie als het verschil tussen N opname en N vastlegging met dierlijk product (melk, groei, nakomelingen).

In deze studie werd dezelfde methode gebruikt, maar dan uitgebreid met een inschatting van de verteringscoëfficiënt (VC) voor ruw eiwit (RE). Deze VC-RE is nodig om de TAN te kunnen berekenen. Die berekening gebeurt voor alle voedermiddelen in het rantsoen afzonderlijk. Met de VC_RE wordt per voedermiddel berekend hoeveel eiwit door de darm wordt opgenomen (=verteerd). Het restant (100% - VC_RE) verlaat met de mest het lichaam. Het door de darm opgenomen eiwit wordt of gebruikt voor productie (melk, groei, onderhoud) of wordt via de nieren in de urine-N uitgescheiden. Door de TAN gelijk te stellen aan de uitscheiding van N met de urine-N, kan de totale hoeveelheid door het dier uitgescheiden urine-N, of TAN, berekend worden door de volgende stappen te doorlopen:

- sommatie van de hoeveelheid geabsorbeerd eiwit van alle met het rantsoen opgenomen voedermiddelen,
- omrekening van geabsorbeerd eiwit naar geabsorbeerde N,
- berekening van met dierlijke productie vastgelegde N,
- uitscheiding urine-N als verschil tussen geabsorbeerde N en met dierlijke productie vastgelegde N.

Berekening van de VC_RE

De CVB-veevoedertabel (CVB, 2005a) vermeld voor alle gangbare producten een VC_RE. Voor ruwvoerders is deze afhankelijk van de kwaliteit van de ruwvoerders. Regressievergelijkingen zijn gepubliceerd om de VC_RE te berekenen op basis van chemische samenstelling (ruw eiwitgehalte, ruwe asgehalte en ruwe celstofgehalte; CVB, 2005b). In tabel B7.1 zijn de VC_RE weergegeven voor de uiteenlopende rantsoencomponenten gevoerd aan melkvee of jongvee.

Tabel B7.1 De RE-gehalte, het ammoniakgehalte en de fecale RE-verteerbaarheid voor de uiteenlopende rantsoencomponenten in het rantsoen van melkvee en jongvee

	RE-gehalte ¹	Ammoniakgehalte	VC-RE ²
	g RE/kg DS	% RE	%
Vers gras	229	0	85
Graskuil (+hooi)	191	10	77
Maïskuil	81	10	50
Standaard krachtvoer	180	0	70
Eiwitrijk krachtvoer	330	0	82
Bijproducten			
Bierbostel	250	0	80
Aardappelvezel	85	0	36
Perspulpstilage	115	0	65
Volle melk	35	0	86
¹ Inclusief ammoniakale N.			
² Betreft een inschatting van de werkelijke i.p.v. de schijnbare verteerbaarheid			

Gebruikte gegevens

De hoeveelheden voer die jaarlijks verstrekt werd aan de verschillende diercategorieën zijn conform de opgave door de Werkgroep Uniformering Mest en Excretiecijfers (WUM). Tevens zijn gegevens beschikbaar voor melkproductie, en de samenstelling van ruwvoerders (o.b.v. jaarcijfers voor de kuilanalyses door BGG), krachtvoerders (o.b.v. opgaven voerfabrikanten) en bijproducten. Deze cijfers zijn recent gebruikt en beschreven door Smink e.a. (2005) voor het berekenen van de methaanemissie door melkvee en dezelfde gegevens zijn gehanteerd in deze studie. Voor vochtrijke bijproducten aangenomen dat deze voor 25, 40 en 35% uit bierbostel, aardappelproducten en bietenpulp bestond. Deze verdeling komt goed overeen met de WUM-opgave voor de beschikbaarheid van bierbostel, aardappelproducten en bieten/pulpen als belangrijkste bijproducten voor rundvee (resp. 26, 35 en 26%; onderlinge verhouding 30:40:30).

Voor jongvee zijn de WUM-rantsoenen voor 1990 aangehouden conform de uitgangspunten bij de beschikbare WUM-RAV excretiegegevens. De samenstelling van ruwvoerders en krachtvoerders werd gelijk verondersteld aan die voor melkvee in het jaar 2001.

Overige uitgangspunten / aannames

Correctie RE voor ammoniakfractie. Aangenomen werd dat ammoniakale N (uitgedrukt als RE) 10% uitmaakte van het totale RE-gehalte in zowel graskuil als snijmaïs.

Correctie voeropname voor zogeheten "voerverliezen". Er zijn vooralsnog geen correcties doorgevoerd voor voerverliezen omdat deze ook niet lijken te zijn doorgevoerd bij de berekening van de N excreties in WUM-RAV. Het wel doorvoeren van correcties bij de voeding van melkvee volgens de huidige WUM-methodiek (0, 5, 3 en 2% voerverliezen voor

respectievelijk vers gras, graskuil, maïskuil, vochtige bijproducten en krachtvoerders) zou tot veel lagere N-excreties leiden dan de opgave van 131.0 kg N/melkkoe/jaar volgens WUM-RAV.

Samenstelling urine-N

Vooralsnog is 100% van de urine-N als TAN verondersteld en is geen onderscheid aangehouden tussen N-houdende bestanddelen die niet (snel) tot ammoniakvorming leiden (Reijs, 2007).

Resultaten

Melkvee

Voor melkvee werd een totale N excretie van 131.3 kg N/jaar/melkkoe berekend, conform de WUM-RAV gegevens van 131.0 kg N/jaar/melkkoe. De berekende N-excretie van 131.3 kg N bestond uit 45.7 kg fecale N excretie (35%) en 88.1 kg urine-N of TAN (67%).

Jongvee tot 1 jaar

Voor jongvee jonger tot 1 jaar werd een 9% lagere N-excretie berekend dan de opgave volgens WUM-RAV. Omdat dezelfde rantsoensamenstelling en voeropnames werden aangehouden, is de oorzaak waarschijnlijk de aanname van dezelfde N-gehalten in grasproducten als in de berekening voor melkvee in het richtjaar 2001. Ten opzichte van 1990 is het N-gehalte waarschijnlijk gedaald en daarmee daalt de berekende N-excretie (B7.2).

Een totale N-excretie van 40.5 kg N/dier/jaar werd berekend, waarbij resp. 11.6 (29%) en 28.6 (71%) kg N aan fecale en urine-N of TAN toegerekend werd.

Jongvee van 1 tot 2 jaar

Op vergelijkbare wijze, en waarschijnlijk om dezelfde redenen als voor jongvee tot 1 jaar, werd ook voor jongvee van 1 tot 2 jaar een 9% lagere N-excretie berekend dan de waarde gehanteerd in de WUM-RAV. Vergeleken met jongvee tot 1 jaar werd een ongeveer tweemaal zo hoge totale N-excretie berekend van 85.8 kg N/dier/jaar, waarbij resp. 19.9 (33%) en 65.5 (77%) kg N aan fecale en urine-N of TAN toegerekend werd.

Weide & zoogkoeien

Voor de categorie weide & zoogkoeien werd een 1% hogere N-excretie berekend dan de opgave van WUM-RAV. De berekende N-excretie van 94.3 kg N/koe/jaar bestond uit 24.0 kg fecale N excretie (25.5%) en 70.3 kg urine-N of TAN (74.5%).

Fokstieren

Voor fokstieren werd een N-excretie berekend die identiek is aan de opgave van WUM-RAV (90.6 kg N/stier/jaar). Deze bestond uit 26.8 kg fecale N (30%) en 63.7 kg urine-N of TAN (70%).

Vleeskalveren (wit) van 0 tot 6 maanden

Voor deze categorie vleeskalveren werd een 3% hogere N-excretie berekend dan de opgave van WUM-RAV. De berekende N-excretie van 12.0 kg N/kalf/jaar bestond uit 2.6 kg fecale N (22%) en 9.3 kg urine-N of TAN (78%).

Vleeskalveren (rosé) van 0 tot 8 maanden

Voor deze categorie vleeskalveren werd een N-excretie berekend van 28.8 kg N/kalf/jaar die identiek is aan de opgave van WUM-RAV. De berekende N-excretie bestond uit 12.2kg fecale N (42%) en 16.6 kg urine-N of TAN (58%).

Vleesstieren tot 1 jaar

Voor deze categorie vleesstieren kwam de berekende N-excretie van 27.4 kg N/stier/jaar overeen met de opgave van WUM-RAV. De berekende N-excretie bestond uit 14.0 kg fecale N (51%) en 13.3 kg urine-N of TAN (49%).

Vleesstieren vanaf 1 jaar

Voor deze categorie vleeskalveren werd een N-excretie berekend van 58.1 kg N/kalf/jaar die identiek is aan de opgave van WUM-RAV. De berekende N-excretie bestond uit 25.1 kg fecale N (43%) en 33.0 kg urine-N of TAN (57%).

Tabel B7.2 geeft een overzicht van bovengenoemde berekeningen voor de uiteenlopende diercategorieën naast opgegeven totale N-excretie volgens WUM-RAV.

Tabel B7.2 Overzicht van uitkomsten voor melkvee en jongvee

	Totale N Excretie		Fecale N	TAN	TAN
	kg N/jaar/dier		kg/N/jaar/dier		% N excretie
	WUM-RAV	Deze studie	Deze studie	Deze studie	Deze studie
Melkvee	131.0	131.3	43.3	88.1	67.1
Jongvee tot 1 jaar	44.4	40.5	11.6	28.9	71.4
Jongvee van 1 tot 2 jaar	94.3	85.8	19.9	65.9	76.8
Weidekoeien & zoogkoeien	93.6	94.3	24.0	70.3	74.5
Fokstieren	90.6	90.6	26.8	63.7	70.3
Vleeskalveren (wit) 0-6 mnd	11.6	12.0	2.6	9.3	77.5
Vleeskalveren (wit) 0-8 mnd	28.7	28.8	12.2	16.6	57.6
Vleesstieren tot 1 jaar	27.3	27.4	14.0	13.3	48.5
Vleesstieren vanaf 1 jaar	58.0	58.1	25.1	33.0	56.8

Discussie

Een evaluatie van de verdeling tussen de uitscheiding van feces N en urine-N (TAN) is voor de meeste diercategorieën lastig omdat geschikte meetgegevens ontbreken. De meeste meetgegevens zijn beschikbaar voor melkvee waarbij in verschillende experimenten de N-excretie met feces en urine is gemeten. Deze metingen betreffen niet de meting van een gehele jaarcyclus, zoals het uitgangspunt in deze studie, maar momentopnamen van het effect van aanpassing van de voeding van melkvee.

Een selectie van deze meetgegevens is vergeleken met de uitkomsten in deze studie in de Tabel B7.3. Hieruit blijkt dat er sprake is van een grote range in het aandeel TAN in de mest van melkvee. Gemiddeld was het % TAN in de gemeten N-excreties lager vanwege een relatief lagere N-verteerbaarheid dan berekend in deze studie (gemeten waarden werden opgeschaald naar een jaarexcretie door vermenigvuldiging van dagelijkse N-excreties met 365). Dit wordt veroorzaakt doordat de voeropname en rantsoensamenstelling geen afspiegeling zijn het gemiddelde rantsoen dat jaarlijks aan melkvee werd gevoerd. Het berekende % TAN valt echter nog steeds binnen de range van gemeten waarden. Op een zuiver grasrantsoen moet een TAN% van 75% of meer verwacht worden, wat hoger is dan de berekening voor het jaargemiddelde in de huidige studie. Bij vervanging van meer dan de helft van de graskuil door snijmaïskuil (Valk, 1994) kan het %TAN dalen tot ver onder de 50%, wat veel lager is dan de berekening in deze studie.

Tabel B7.3 Vergelijking tussen berekende en gemeten excreties

Melkvee	Totale N excretie	Fecale N	Tan	Tan
	kg/N/jaar/dier			% N excretie
Waarnemingen melkvee				
N-balansen bij sterk variërende en extreme rantsoenen (Bannink & Hindle, 2003)	142.4 (\pm 35.3)	61.3 (\pm 12.7)	79.6 (\pm 36.8)	52.9 (\pm 11.1)
Valk, 1994	144.2 (\pm 43.4)	59.9 (\pm 3.8)	84.3 (\pm 45.3)	55.5 (\pm 12.8)
Deze studie	131.3	45.7	88.1	67.1
Vleeskalveren (Wit)	TAN als % N-excretie			
Waarnemingen N-balans (Van den Borne, 2006)	85.1 (\pm 3.7)			
Deze studie	77.5			

Uit recent onderzoek van Van den Borne (2006) met vleeskalveren (wit) bleek dat het TAN gemiddeld 85.1% (\pm 3.7%) van de N-excretie uitmaakte. Dit betrof onderzoek met jonge dieren met een begingewicht van 150 kg die gevoerd werden met experimentele rantsoenen met een afzonderlijke eiwitrijke en een lactoserijke maaltijd. Een mogelijke oorzaak is een gemiddeld lagere N-retentie (vastlegging van N in de groei van het kalf) en daardoor hogere uitscheding van N met de urine. De gemeten N-retentie was met 43.1% (\pm 3.5) echter lager dan 48.6% die in deze studie werd berekend. Een verschil in rantsoensamenstelling en N-opname blijft dus over als oorzaak voor de ongeveer 10% hoger %TAN dan de berekening in deze studie. De metgegevens bevestigen de hoogste %TAN-waarde voor deze categorie dieren (Tabel B7.2).

Voor de overige diercategorieën zijn geen onafhankelijke excretiegegevens beschikbaar.

De balansmethode om N-stromen met urine en feces te berekenen worden ook in andere studies toegepast (Berentsen *et al.*, 1993; Jonker *et al.*, 1998; maar ook in experimenteel onderzoek zoals dat van Valk *et al.*, 1994). Details van de rekenwijze verschillen echter per studie. In het onderhavige rapport is een eenvoudige methode gekozen door uit te gaan van fecale verteerbaarheden en waargenomen melk N-productie. In andere studies wordt DVE/OEB of melkureum gekozen. Naar verwachting leidt het rekenen met DVE/OEB tot ongeveer dezelfde TAN uitkomsten.

Toepassing in de WUM-methodiek

De in deze methodiek beschreven aanpak is toegepast op de gegevens van de WUM. Hiervoor zijn de gebruikte uitgangspunten op onderdelen aangepast aan de uitgangspunten van de WUM.

De uitkomsten op basis van WUM verschillen iets van de in deze notitie berekende excreties. De WUM berekend de TAN-excretie in de stal (60% TAN in de totale N-excretie) en weideperiode (68%; zie Bijlage 10).

Literatuur

- Bannink & Hindle, 2003. Voorspelling van de opname en excretie van N door melkvee op basis van melkgegevens. Animal Sciences Group – Nutrition and Food, Vertrouwelijk rapport 03/0008567.
- Berentsen, P.B.M. G.W.J. Giesen, and R. F. Speelman (1993) Economic and Environmental Effects of a New Protein Evaluation. System in Dairy Farming J Dairy Sci 76:2332-2343.
- Boer, de I.J.M. , M. C. J. Smits, H. Mollenhorst, G. van Duinkerken and G. J. Monteny (2002) Prediction of Ammonia Emission from Dairy Barns Using Feed Characteristics Part I: Relation Between Feed Characteristics and Urinary Urea Concentration. Journal of dairy science 85, 3382
- Borne, van den, J. 2006. Nutrient Synchrony in Preruminant Calves. Proefschrift, Wageningen Universiteit.
- Centraal Veevoederbureau, 2005a. Veevoedertabel. CVB, Lelystad.
- Centraal Veevoederbureau, 2005b. Ruwvoedertabel, CVB, Lelystad.
- Jonker, J.S., R. A. Kohn, and R. A. Erdman (1998) Using Milk Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and Utilization Efficiency in Lactating Dairy Cows. Journal of dairy science 81, 2681
- Reijs, J.W. 2007. Improving slurry by diet adjustments: A novelty to reduce N losses from grassland-based dairy farms. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Smink e.a. 2005. Berekeningen methaanemissie door melkvee op basis van WUM-gegevens. FIS-rapport, FIS, Wageningen.
- 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, ID-Lelystad, Lelystad.
- Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema, G.J. Monteny, 2004. Actualisering van geschatte N en P excreties door rundvee. Milieu en Landelijk gebied 25, Wageningen.
- Valk, H. 1994. Effects of partial replacement of herbage by maize silage on N-utilization and milk production of dairy cows. Livestock Production Science 40: 241-250.

Bijlage 8 Berekening van TAN-excretie voor varkens

Age Jongbloed (ASG, Lelystad)

B8.1 De uitscheiding van stikstof in de varkenshouderij

B8.1.1 Gehalten aan stikstof in varkens

In tabel B8.1 is aangegeven wat de gehalten aan N zijn (g per kg levend gewicht) in de onderscheiden diercategorieën. Tevens zijn de referenties aangegeven.

Tabel B8.1. Gehalten aan N in de onderscheiden diercategorieën (Ref. = referentiejaar).

Diercategorie	Fysiologische status	Ref.	Gewicht Ref.	N-gehalte Ref.	Gewicht 2005	N-gehalte 2005	Literatuur gehalten Ref.
			(kg)		(kg)	(g/kg)	
Doodgeboren big	0 dagen	1994	1,3	19,2	1,3	18,73	1
Uitgevallen big	1 – 28 dagen	1994	2,8	19,2	2,8	23,1	1
Uitgevallen big	29-42 dagen	1994	9,0	24,0	9,0	24,3	1
Gespeende big	6 weken	1994	11,0	24,0	11,0	24,4	1
Uitgevallen big	7 weken	1994	12,0	24,0	12,0	24,5	1
Startbig	Ca. 10 weken	1991	25,7	24,0	25,6	24,8	1
Vleesvarken	Ca. 26 weken	1991	109	23,0	115,7	25,0	1
Opfokzeug	7 maanden	2001	125	24,9	125	24,9	2
Opfokzeug	Eerste dekking	2001	140	24,9	140	24,9	2
Opfokbeer	7 maanden	2001	135	24,9	135	24,9	2
Dekbeer	7 maanden	1991	130	23,3	-	-	1
Dekbeer	2 jaar	1991	300	24,6	325	25,0	1
Fokzeug	Bij spenen	1994	205	24,9	220	25,0	1
Slachtzeug	1 week na spenen van de biggen	1994	205	24,9	220	25,0	1

1 WUM, 1994; 2 Jongbloed en Kemme, 2002

B8.1.2 Het N-gehalte en de N-verteerbaarheid in varkensvoerders

In tabel B8.2 is een overzicht gegeven van de N-gehalten in de diverse varkensvoerders waarmee gerekend is.

Het N-gehalte in de diverse voeders in het referentiejaar is voor een belangrijk deel ontleend aan WUM (1994) voor het betreffende jaar en voor het referentiejaar 2001 aan Jongbloed en Kemme (2005) voor het jaar 2002. Het N-gehalte in de voeders voor 2005 is voor de meeste voeders ontleend aan Jongbloed en Van Bruggen (2008).

Tabel B8.2. Overzicht van de N-gehalten en de N-verteerbaarheid (Vc-N) in de diverse varkensvoerders voor het referentiejaar en 2005.

Soort voeder	Referentiejaar			2005	
	Jaar	N	Vc-N	N	Vc-N
		g/kg	%	g/kg	%
Biggenopfokvoeder/speenvoer	1994	29,0	83,0	28,8	83,0
Babybiggenvoeder (12-26 kg)	1994	29,0	83,0	28,8	83,0
Startvoer (26-40 kg)	1991	28,2	81,9	25,2	81,0
Startvoer opfokzeugen/-beren (26-40 kg)	2001	27,1	81,0	27,1	81,0
Vleesvarkensvoeder (40-110 kg)	1991	26,0	80,1	25,2	78,6
Opfokzeugenvoer/-beren (40-125 kg)	2001	24,5	80,5	25,2	78,0
Standaardzeugenvoer	1991	25,7	79,0	-	-
Standaardzeugenvoer	1994	25,4	79,0	-	-
Lactozzeugenvoer	1991	24,6	80,0	25,2	78,0
Lactozzeugenvoer	1994	-	-	25,2	78,0
Lactozzeugenvoer	2001	24,5	80,0	25,2	78,0
Zeugenvoer-dracht	1994	-	-	21,9	66,2

B8.1.3 Schatting van de N-verteerbaarheid in de voeders

De verteerbaarheid van N in de voeders is voor het referentiejaar gebaseerd op enkele publicaties waarin de grondstoffsamenstelling van voeders was gegeven. Op navraag bij diverse mengvoederbedrijven had men geen informatie hierover omdat men die voor vijf of zes jaar bewaard. De verteerbaarheid van N is geschat op basis van de gegeven verteerbaarheden voor die volgens de Veevoedertabel (CVB, 2007). Helaas werd slechts sporadisch informatie verstrekt van de grondstoffsamenstelling van de voeders die in 2005 werden geproduceerd. Op dezelfde manier als hierboven werd de N-verteerbaarheid geschat. Daar waar gegevens ontbraken is op basis van overleg met enkele specialisten binnen en buiten ASG een zo goed mogelijke schatting van de N-verteerbaarheid gemaakt.

B8.2 Fokzeugen met biggen tot ca. 6 weken leeftijd (categorie 400)

B8.2.1 Uitgangspunten

Het begingewicht van de zeugen voor 1994 en voor 2005 is gesteld op 140 kg en het eindgewicht is voor 1994 en 2005 op 205 resp. 220 kg gesteld. Op basis van de Agrovisie (1994; 2005) voor 1994 kan worden gerekend met een bedrijfsworpindeks van 2,25 en voor 2005 op 2,31.

De vervanging van zeugen bedroeg in 1994 47% en in 2005 was dat 45% (Agrovisie, 1994; 2005). Volgens Agrovisie (1994) neemt een fokzeug waarvan de biggen gespeend worden op 4 weken, in 1994 per jaar 1079 kg voer op; in 2005 is dat 1145kg, waarvan circa 65% als zeugenvoer-dracht en 35% als lactozzeugenvoer.

Het aantal levend geboren biggen per worp is volgens Agrovisie (1994) gemiddeld 10,9 en in 2005 is het aantal levend geboren biggen per worp 12,0. Het aantal doodgeboren biggen per worp was in 1994 en 2005 0,7 resp. 1,0 (Agrovisie, 1994; 2005).

Het gewicht van biggen op 42 dagen is in 1994 11,0 kg en in 2005 10,8 kg. De voeropname van biggen tot dag 42 na de geboorte is in 1994 gesteld op 4,5 kg (Backus *et al.*, 1997) en in 2005 op 4,48 kg. Deze hoeveelheid is voor het overgrote deel speenvoer.

Het N-gehalte van het speenvoer in 1994 was 29,0 g/kg en in 2005 28,8 g/kg. De N-verteerbaarheid in de speenkorrel is ontleend aan de voersamenstelling volgens Kloosterman en Huiskes (1992) en was 83,3%; voor 2005 is 83,0% aangehouden. Het zeugenvoer in 1994 bevatte 25,4 g N/kg (WUM, 1994), terwijl in 2005 het zeugenvoer-dracht en lactozeugenvoer 21,9 resp. 25,2 g N/kg bevatten (Jongbloed en Van Bruggen, 2008). De N-verteerbaarheid van het zeugenvoer in 1994 is geschat op basis van de voersamenstelling volgens Everts *et al.* (1991) en was 79,0%. De N-verteerbaarheid van het zeugenvoer-dracht is ontleend aan de voersamenstelling van een mengvoederfabrikant gedurende de eerste helft van 2006 en was 66,2%. Volgens een andere mengvoederfabrikant was in 2005 de N-verteerbaarheid van het lactozeugenvoer 78,0%.

B8.2.2 Resultaten fokzeugen met biggen tot ca. 6 weken leeftijd

In tabel B8.3 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor fokzeugen met biggen tot ca. 6 weken leeftijd een overzicht gegeven van de N-huishouding als een zeugenplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.3. N-huishouding (kg) door fokzeugen met biggen tot ca. 6 weken leeftijd op jaarbasis (categorie 400).

Categorie 400	1994			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Speenvoer	29,0	83,3	2,71	28,8	83,0	3,15
Zeugenvoer-dracht	25,4	78,9	17,81	21,9	66,2	16,15
Lactozeugenvoer	25,4	78,9	9,59	25,2	78,0	10,27
Totale opname			30,12			29,57
Vastlegging			7,13			7,71
Uitscheiding			22,98			21,86
In faeces			6,2			8,3
In urine			16,8			13,6
In urine (%)			72,9			62,2

Tabel B8.3 laat zien dat de N-uitscheiding per zeug per jaar vergeleken met 1994, in 2005 met ruim 1,0 kg is afgenomen en dat er een grote verschuiving is opgetreden naar veel meer N in de faeces en veel minder in de urine. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 72,9 naar 62,2. Deze verschuiving is vooral te danken aan de introductie van een zeugenvoer-dracht dat veel ruwvezel moet bevatten in het kader van het Varkensbesluit, (1994).

B8.3 Fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg (categorie 401)

B8.3.1 Uitgangspunten

Voor gegevens van de fokzeugen wordt verwezen naar de voorgaande paragraaf (de beschrijving bij categorie 400). Het gewicht van biggen bij opleggen is volgens Agrovison (1994; 2005) 25,7 kg in 1994 en 25,6 in 2005. De leeftijd bij opleggen is gemiddeld 80 dagen. De hoeveelheid opgenomen speenvoer per big is 4,5 kg. Op basis van een voederconversie van 1,65 neemt een big tot opleggen in 1994 30,0 kg voer op en in 2005 en in 2005 is de voederconversie 1,59 zodat er dan per big 28,7 kg wordt opgenomen (Agrovison, 1994; 2004).

De N-gehalten van het babybiggenvoer in 1994 en 2005 waren 29,0 resp. 28,8 g/kg. De N-verteerbaarheid van het babybiggenvoer in 1994 is ontleend aan de voersamenstellingen volgens Kloosterman en Huiskes (1992) en was 83,3%; voor 2005 is 83,0% aangehouden.

B8.3.2 Resultaten fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg

In tabel B8.4 is op basis van bovengenoemde aannames voor fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg een overzicht gegeven van de N-huishouding als een zeugenplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.4 N-opname en N-uitscheiding (kg) door fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg op jaarbasis (categorie 401).

Categorie 401	1994			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Speenvoer	29,0	83,3	2,71	28,8	83,0	3,16
Babybiggenvoer	29,0	83,3	15,38	28,8	83,0	16,71
Zeugenvoer-dracht	25,4	78,9	17,81	21,9	66,2	16,15
Lactozeugenvoer	25,4	78,9	9,59	25,2	78,0	10,27
Totale opname			45,49			46,30
Vastlegging			14,11			16,53
Uitscheiding			31,38			29,77
In faeces			8,8			11,1
In urine			22,6			18,7
In urine (%)			71,9			62,7

B8.3.3 Discussie fokzeugen

Tabel B8.3 laat zien dat de N-uitscheiding per zeug per jaar vergeleken met 1994, in 2005 met ruim 1,5 kg is afgenomen en dat er een grote verschuiving is opgetreden naar veel meer N in de faeces en veel minder in de urine. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 71,9 naar 62,7. Deze verschuiving is vooral te danken aan de introductie van een zeugenvoer-dracht dat veel ruwvezel moet bevatten in het kader van het Varkensbesluit, (1994).

Er is nagegaan wat het effect is indien de N-verteerbaarheid 1%-eenheid hoger of lager is op de uitscheiding in faeces en urine. Tabel B8.5 geeft hiervan de resultaten.

Tabel B8.5. N-opname en N-uitscheiding (kg) door fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg op jaarbasis (categorie 401) bij een hogere of lagere N-verteerbaarheid.

Categorie 401	1994			2005		
	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger
Totale opname	45,49	49,49	45,49	46,30	46,30	46,30
Uitscheiding	31,38	31,38	31,38	29,77	29,77	29,77
In faeces	9,26	8,80	8,35	11,56	11,10	10,63
In urine	22,12	22,58	23,03	18,21	18,67	19,14
In urine (%)	70,5	71,9	73,4	61,2	62,7	64,3

Uit Tabel B8.5 blijkt dat als gevolg van een verschil in N-verteerbaarheid van 2%-eenheden er een verschuiving van gemiddeld 3,0%-eenheden zal optreden.

B8.4 Opfokzeugen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden (categorie 402)

B8.4.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de opfokzeugen voor zowel 2002 als voor 2005 is gesteld op 26 resp. 125 kg. Dit eindgewicht is ontleend aan Jongbloed en Kemme (2005). De

gemiddelde lengte van de periode is berekend op 133 dagen, zodat de gemiddelde groei 744 g/dag is. In 2002 is de verdeling van het startvoer en opfokvoer voor opfokzeugen gedurende de oplegperiode gesteld op 15 : 85 (Jongbloed en Kemme, 2005). De totale hoeveelheid voer gedurende de oplegperiode voor deze categorie opfokzeugen, is 287 kg voor 2002. Voor 2005 zijn dezelfde uitgangspunten als voor 2002 aangehouden. De N-gehalten van het startvoer en opfokvoer in 2002 waren 27,1 resp. 24,5 g/kg. Voor 2005 zijn deze gehalten 27,1 resp. 25,2 g/kg. De N-verteerbaarheid van het startvoer is gesteld op 81,0 en van het opfokvoer 78,0 wat gelijk is aan de N-verteerbaarheid van het lactozeugenvoer.

B8.4.2 Resultaten opfokzeugen van 25 kg tot ca. 7 maanden

In tabel B8.6 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor opfokzeugen tot ca. 7 maanden een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.6. N-opname en -uitscheiding (kg) door opfokzeugen van 25 kg tot ca. 7 maanden op jaarbasis (categorie 402).

Categorie 402	2001			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Startvoer	27,1	81,0	4,27	27,1	81,0	4,27
Lactozeugenvoer	24,5	80,0	15,44	25,2	78,0	15,88
Totale opname			19,71			20,15
Vastlegging			6,77			6,77
Uitscheiding			12,93			13,38
In faeces			3,9			4,3
In urine			9,0			9,1
In urine (%)			69,9			67,8

Tabel B8.6 laat zien dat de N-uitscheiding per opfokzeug per jaar vergeleken met 2001 in 2005 iets is afgenomen en dat er een verschuiving is opgetreden naar meer N in de faeces. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 69,9 naar 67,8.

B8.5 Opfokzeugen van ca. 7 maanden tot eerste dekking (categorie 403)

B8.5.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van deze opfokzeugen voor zowel 2002 als voor 2006 is gesteld op 125 resp. 140 kg (Topigs, 2004). Volgens deze referentie blijkt dat de leeftijd bij eerste inseminatie gemiddeld 243 dagen bedraagt, dus kan de gemiddelde lengte van de periode gesteld worden op 30 dagen in 2001 en 2005. De gemiddelde groei is 500 g/dag.

De totale hoeveelheid lactozeugenvoer gedurende de oplegperiode voor deze categorie opfokzeugen, is voor 2001 en 2005 berekend op 72 kg.

De N-gehalten van het lactozeugenvoer in 2001 en 2005 24,5 resp. 25,2 g/kg. De N-verteerbaarheid van het lactozeugenvoer is 80,0 resp. 78,0%.

B8.5.2 Resultaten opfokzeugen van ca. 7 maanden tot eerste dekking

In tabel B8.7 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor deze categorie opfokzeugen een overzicht gegeven van de N-uitscheiding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.7 N-opname en -uitscheiding (kg) door opfokzeugen van ca. 7 maanden tot eerste dekking op jaarbasis (categorie 403).

Categorie 403	2001			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Lactozeugenvoer	24,5	80,0	21,46	25,2	78,0	22,08
Vastlegging			4,54			4,54
Uitscheiding			16,92			17,53
In faeces			4,3			4,9
In urine			12,6			12,7
In urine (%)			74,6			72,3

Tabel B8.7 laat zien dat de N-uitscheiding per opfokzeug per jaar vergeleken met 2001 in 2005 iets is toegenomen en dat er een verschuiving is opgetreden naar meer N in de faeces. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 74,6 naar 72,3.

B8.6 Opfokzeugen van ca. 25 kg tot eerste dekking (categorie 404)

B8.6.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de opfokzeugen voor zowel 2001 als voor 2005 is gesteld op 26 resp. 140 kg (zie voor meer details de beschrijving bij categorie 402 en 403). De gemiddelde lengte van de periode is berekend op 163 dagen, zodat de gemiddelde groei 699 g/dag is. In 2002 is de verdeling van het startvoer, opfokvoer en lactozeugenvoer voor opfokzeugen gedurende de oplegperiode gesteld op 16 : 64 : 20, en voor 2006 op 4 : 76 : 20 (Jongbloed en Kemme, 2005). De totale hoeveelheid voer gedurende de oplegperiode voor deze categorie opfokzeugen voor 2001 en 2005 bedraagt 359 kg. Voor 2005 zijn verder dezelfde uitgangspunten als voor 2001 genomen.

De N-gehalten van het startvoer, opfokzeugenvoer en lactozeugenvoer in 2001 waren 27,1, 24,5 resp. 24,5 g/kg. Voor 2005 zijn de gehalten in die voeders 27,1, 25,2 resp. 25,2 g/kg. De N-verteerbaarheid van de voeders in 2001 is gesteld op 81,0, 80,5 resp. 80,0%, terwijl die voor 2005 81,0%, 79,0% resp. 79,0% waren.

B8.6.2 Resultaten opfokzeugen van 25 kg tot eerste dekking

In tabel B8.8 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor opfokzeugen een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.8. N-opname en -uitscheiding (kg) door opfokzeugen van 25 kg tot eerste dekking op jaarbasis (categorie 404).

Categorie 404	2001			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Startvoer	27,1	81,0	3,49	27,1	81,0	3,49
Opfokzeugenvoer	24,5	80,5	12,61	25,2	78,0	15,40
Lactozeugenvoer	24,5	80,0	3,94	25,2	78,0	1,62
Totale opname			20,03			20,50
Vastlegging			6,36			6,36
Uitscheiding			13,67			14,14
In faeces			3,9			4,4
In urine			9,8			9,7
In urine (%)			71,4			68,8

Tabel B8.8 laat zien dat de N-uitscheiding per opfokzeug per jaar vergeleken met 2001 in 2005 iets is toegenomen en dat er een verschuiving is opgetreden naar meer N in de faeces. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 71,4 naar 68,8.

B8.7 Opfokberen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden (categorie 405)

B8.7.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de opfokberen voor zowel 2001 als voor 2005 is gesteld op 26 resp. 135 kg. De gemiddelde lengte van de periode is 133 dagen in 2001 en 2005, zodat de gemiddelde groei per dier per dag 820 gram is. In 2001 en 2005 is de voederconversie van deze categorie varkens 2,66. In 2001 is gedurende de oplegperiode een verhouding van het startvoer : groeivoer : afmestvoer uitgegaan van 15 : 20 : 65 en ook 2005 (Jongbloed en Kemme, 2005). Deze verhouding is toegepast op de totale hoeveelheid voer (290 kg).

De N-gehalten van het startvoer, groeivoer en afmestvoer in 2001 waren 27,1, 24,5 resp. 25,7 g/kg. Deze gehalten waren in 2005 27,1, 25,2 resp. 25,2 g/kg.

De N-verteerbaarheid van de voeders was in 2001 81,0%, 80,5% resp. 80,5% en in 2005 81,0%, 78,0% resp. 81,0%.

B8.7.2 Resultaten opfokberen

In tabel B8.9 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor opfokberen een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.9 N-opname en -uitscheiding (kg) door dekberen tot ca. 7 maanden op jaarbasis (categorie 405).

Categorie 406	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Startvoer	27,1	81,0	3,24	27,1	81,0	3,24
Lactozeugenvoer	24,5	80,5	16,57	25,2	78,0	17,05
Totale opname			19,81			20,28
Vastlegging			7,46			7,45
Uitscheiding			12,35			12,83
In faeces			3,8			4,4
In urine			8,5			8,5
In urine (%)			68,9			66,0

Tabel B8.9 laat zien dat de N-uitscheiding per opfokbeer per jaar vergeleken met 2001 in 2005 iets is toegenomen en dat er een verschuiving is opgetreden naar meer N in de faeces. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 68,9 naar 66,0.

B8.8 Dekberen van ca. 7 maanden en ouder (categorie 406)

B8.8.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de dekberen voor 1991 is gesteld op 130 kg resp. 300 kg, voor 2005 zijn deze gewichten 135 kg resp. 325 kg. De gemiddelde lengte van de periode dat deze dekberen aanwezig zijn is 548 dagen (WUM, 1994) welke ook voor 2005 is aangehouden. De gemiddelde voeropname in 1991 is gesteld op 2,9 kg/dag (WUM, 1994) en in 2005 3,0 kg /dag (Jongbloed en Kemme, 2005).

Het N-gehalte van het voer dat aan dekberen wordt verstrekt (zeugenvoer) was in 1991 25,7 g/kg en in 2005 bevatte het lactozeugenvoer 25,2 g/kg. De N-verteerbaarheid in het zeugenvoer was in 1991 en 2005 78,9% resp. 78,0%.

B8.8.2 Resultaten dekberen ouder dan 7 maanden

In tabel B8.10 is op basis van bovengenoemde aannames voor dekberen een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.10 N- en P-opname en -uitscheiding (kg) door dekberen van 7 maanden en ouder op jaarbasis (categorie 406).

Categorie 406	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Lactozeugenvoer	25,7	78,9	27,20	25,2	78,0	27,59
Vastlegging			2,90			3,18
Uitscheiding			24,30			24,42
In faeces			5,7			6,1
In urine			18,6			18,3
In urine (%)			76,4			75,1

Tabel B8.10 laat zien dat de N-uitscheiding per fokbeer per jaar vergeleken met 1991 in 2005 vrijwel gelijk is gebleven en dat er een verschuiving is opgetreden naar meer N in de faeces. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 76,4 naar 75,1.

B8.9 Biggen van ca. 6 weken tot ca. 25 kg (categorie 407)

B8.9.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de biggen voor 1994 was 11,0 resp. 25,7 kg. Voor 2005 zijn de gewichten gesteld op 10,8 resp. 25,6 kg. De gemiddelde lengte van de periode is 33 resp. 38 dagen. De gemiddelde groei is voor 1994 en 2005 445 resp. 389 g per dier per dag. De voederconversie van deze categorie biggen in 1994 was 1,74 en is 1,72 in 2005. Het N-gehalte van het babybiggenvoer in 1994 was 29,0 en in 2005 was dit gehalte 28,8 g/kg. De N-verteerbaarheid van het babybiggenvoeder is in 1994 en 2005 83,0%.

B8.9.2 Resultaten biggen van 6 weken tot 25 kg

In tabel B8.11 is op basis van bovengenoemde aannames voor biggen van 6 weken tot ca. 25 kg een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.11 N-opname en -uitscheiding (kg) door biggen van 6 weken tot ca. 25 kg op jaarbasis (categorie 407).

Categorie 407	1994			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Opname biggenvoer	29,0	83,0	8,18	28,8	83,0	7,04
Vastlegging			3,92			3,56
Uitscheiding			4,26			3,48
In faeces			1,4			1,2
In urine			2,9			2,3
In urine (%)			67,3			65,6

Tabel B8.11 laat zien dat de N-uitscheiding per gespeende big vanaf 6 weken tot ca. 25 kg per jaar vergeleken met 1994 in 2005 duidelijk is afgenomen en dat er duidelijk minder N via de urine is uitgescheiden. Het percentage van de N-uitscheiding in de urine is afgenomen van 67,3 naar 65,6.

B8.10 Slachtzeugen (categorie 410)

B8.10.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de slachtzeugen voor 1994 205 kg en voor 2005 220 kg. De gemiddelde lengte van de aanhoudperiode is 7 dagen. Er is vanuit gegaan dat er in beide jaren per dag 3 kg lactozeugenvoer wordt opgenomen

Het N-gehalte van het zeugenvoer in 1994 was 24,5 g/kg en van het lactozeugenvoer in 2005 25,2 g/kg. De N-verteerbaarheid van deze voeders was 78,9 resp. 78,0.

B8.10.2 Resultaten slachtzeugen

In tabel B8.12 is op basis van bovengenoemde aannames voor slachtzeugen een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.12 N- opname en -uitscheiding (kg) door slachtzeugen van 220 kg op jaarbasis (categorie 410).

Categorie 410	1994			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Opname zeugenvoer	24,5	78,9	26,83	25,2	78,0	27,59
Vastlegging			0,0			0,0
Uitscheiding			27,83			27,59
In faeces			5,7			6,1
In urine			21,2			21,5
In urine (%)			78,9			78,0

Tabel B8.12 laat zien dat de N-uitscheiding per slachtzeug per jaar vergeleken met 1994 in 2005 vrijwel gelijk is en dat het percentage van de N-uitscheiding in de urine iets is afgenomen van 78,9 naar 78,0.

B8.11 Vleesvarkens van ca. 25 tot ca. 110 kg (categorie 411)

B8.11.1 Uitgangspunten

Het begin- en eindgewicht van de varkens in 1991 is gesteld op 25 resp. 109 kg (WUM, 1994). In 2005 zijn die gewichten 25,6 resp. 115,7 (Agrovison, 2005). De gemiddelde groei per dier per dag was 712 g in 1991 (WUM, 1994) en in 2005 was dat 773 g (Agrovison, 2005). De lengte van de groeiperiode was derhalve 118 resp. 117 dagen. De voederconversie van de vleesvarkens was 2,87 in 1991 en in 2005 was dat 2,67. In 1991 werd er gedurende het eerste deel van de oplegperiode een gemiddelde hoeveelheid van 44 kg startvoer en 197 kg vleesvarkensvoer verstrekt (WUM, 1994). In 2005 werd 45 kg startvoer per varken opgenomen 70 kg groeivoer en 126 kg afmestvoer (Agrovison, 2005). Het N-gehalte van het startvoer en vleesvarkensvoer in 1991 was 28,2 resp. 26,0 g/kg. Voor 2005 zijn deze gehalten in de voeders gemiddeld 25,2 g/kg (Jongbloed en Van Bruggen, 2008). De N-verteerbaarheid van het startvoer in 1991 is geschat op basis van de grondstoffsamenstelling volgens Van der Peet-Schwering (1990) en Kloosterman en Huiskes

(1992) en was gemiddeld 81,9%. De N-verteerbaarheid van het vleesvarkensvoer in 1991 is geschat op basis van de grondstoffensamenstelling volgens Van der Peet-Schwering (1990), Kloosterman en Huiskes (1992) en Wahle en Huiskes (1992) en was gemiddeld 80,1%.

De N-verteerbaarheid van het startvoer in 2005 is geschat op basis van het uitgangspunt dat als gevolg van het toevoegen van aminozuren en iets andere grondstoffen, zodat die ca. 1%-eenheid lager is dan in 1991 en is 81,0% aangenomen. De N-verteerbaarheid van het vleesvarkensvoer in 2005 is geschat op basis van de grondstoffensamenstelling van een mengvoerbedrijf in het eerste halfjaar van 2006, en was gemiddeld 78,6% over de voeders met een EW van 1,05 en 1,10.

B8.11.2 Resultaten vleesvarkens

In tabel B8.13 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten voor vleesvarkens een overzicht gegeven van de N-huishouding als een varkensplaats het gehele jaar bezet zou zijn (geen verliesdagen).

Tabel B8.13 N-opname en N-uitscheiding (kg) door vleesvarkens van ca. 25 tot 114 kg op jaarbasis (categorie 411).

Categorie 411	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)	g N/kg	Vc-N	Opname N (kg)
Startvoer	28,2	81,9	3,83	25,2	81,0	3,55
Vleesvarkensvoer	26,0	80,1	15,83	25,2	78,6	15,43
Totale opname			19,66			18,98
Vastlegging			5,97			7,07
Uitscheiding			13,70			11,91
In faeces			3,8			4,0
In urine			9,8			7,9
In urine (%)			71,9			66,6

B8.11.3 Discussie vleesvarkens

Tabel B8.13 laat zien dat de N-uitscheiding per vleesvarken per jaar vergeleken met 1991 in 2005 duidelijk is afgenomen. Als gevolg van de hogere N-vastlegging is het percentage van de N-uitscheiding in de urine duidelijk afgenomen van 71,9 naar 66,6.

Voor vleesvarkens is nagegaan wat het effect is op de uitscheiding in faeces en urine indien de verteerbaarheid van N in de voeders voor vleesvarkens 1%-eenheid lager of hoger is dan in de uitgangssituatie (Tabel B8.14).

Tabel B8.14. N-opname en N-uitscheiding (kg) door vleesvarkens van ca. 25 tot 114 kg op jaarbasis (categorie 411) bij een hogere of lagere N-verteerbaarheid.

Categorie 401	1991			2005		
	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger
Totale opname	19,66	19,66	19,66	18,98	18,98	18,98
Uitscheiding	13,70	13,70	13,70	11,91	11,91	11,91
In faeces	4,04	3,84	3,65	4,17	3,98	3,79
In urine	9,65	9,85	10,05	7,75	7,94	8,13
In urine (%)	70,5	71,9	73,4	65,0	66,6	68,2

Uit tabel B8.14 is af te leiden dat er in afhankelijkheid van de verteerbaarheid van N er bij een afwijking van 2%-eenheden geen grote verschuivingen optreden in de verdeling van N over faeces en urine; dit is in 1991 een verschil van 2,9%-eenheden en in 2005 3,2%-eenheden.

B8.12. Algemene discussie

Een belangrijk aandachtspunt is een goed inzicht in de N-gehalten in de diverse voeders. Mede door het gebruik van een heel scala aan voeders voor diverse categorieën varkens is het soms moeilijk om te weten hoe lang die voeders verstrekt worden. Toch kan door middel van gegevens van Bureau Heffingen dat inzicht wel verkregen worden voor enkele belangrijke voeders maar ontbreken ze voor kleine categorieën dieren. Hieraan dient meer aandacht geschonken te worden.

Een ander punt is de N-verteerbaarheid. Mede als gevolg van een opslagtermijn van vijf of zes jaar, ontbreken gegevens hierover bij de mengvoederindustrie met name voor de referentiejaar (1991 tot 2002). De N-verteerbaarheid is ook niet van belang bij de formulering van de voeders: deze is voor eiwit immers gebaseerd op het gehalte aan ileaal of faecaal verteerbare aminozuren. Ook voor het jaar 2005 was het niet mogelijk om een betrouwbaar inzicht te verwerven van de N-verteerbaarheid. Bovendien is er een zo groot areaal aan voeders dat het ook moeilijk is deze goed te rubriceren. Het kost de mengvoederindustrie moeite om deze gegevens uit te rekenen, en mogelijk speelt ook de concurrentie een rol om deze gegevens toch niet beschikbaar te stellen. Er moeten wegen gezocht worden om meer betrouwbare gegevens over de N-verteerbaarheid in de voeders te krijgen.

B8.13 Samenvatting varkens

In tabel B8.15 is een samenvatting gegeven van de uitscheiding van N en P door diverse categorieën varkens in het referentiejaar en in 2005 in g/jaar.

Tabel B8.15 Overzicht van de uitscheiding van N en % TAN door diverse categorieën varkens in het referentiejaar en 2005 (kg/jaar).

Categorie	Nummer	Ref. jaar	N in ref. jaar	% TAN in ref. jaar	N in 2005	% TAN in 2005
Fokzeugen met biggen tot 6 weken leeftijd	400	1994	23,0	72,9	21,9	62,2
Fokzeugen met biggen tot ca. 25 kg	401	1994	31,4	71,9	29,8	62,7
Opfokzeugen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden	402	2001	12,9	69,9	13,4	67,8
Opfokzeugen van ca. 7 maanden tot eerste dekking	403	2001	16,9	74,6	17,5	72,3
Opfokzeugen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden	404	2001	13,7	71,4	14,1	68,8
Opfokberen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden	405	1991	12,4	68,9	12,8	66,0
Dekberen van ca. 7 maanden en ouder	406	1991	24,3	76,4	24,4	75,1
Biggen van ca. 6 weken tot ca. 25 kg	407	1991	4,3	67,3	3,5	65,6
Slachtzeugen	410	1994	27,8	78,9	27,6	78,0
Vleesvarkens	411	1991	13,7	71,9	11,9	66,6

B8.14 Literatuur varkens

- Agrovision. Uitgaven van SIVA en Agrovision van 1994 tot 2004. Kengetallenspiegel, SIVA-software B.V., Wageningen en Bedrijfsvergelijking Agrovision B.V., Deventer.
- CVB, 2007. Veevoedertabel 2007. Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.
- Everts, H., Sebek, L.B.J., Hoofs, A., 1991. Het effect van twee-fasen-voeding op de technische resultaten van zeugen in vergelijking met één-fase-voeding. Proefverslag nummer P 1.75, Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland".
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., 2002. De gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in varkens vanaf geboorte tot ca. 120 kg en van opfokzeugen. Rapport ID-Lelystad no. 2222.
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., 2005. De uitscheiding van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, pelsdieren, eenden, konijnen en parelhoeders in 2002 en 2006. Rapport 05/101077, Nutrition and Food, ASG, Lelystad, 101 pp.
- Jongbloed en Van Bruggen (2008). Notitie
- Kloosterman, A.A.M., Huiskes, J.H., 1992. Invloed van voerstrategie van biggen tijdens de opfok op mesterijresultaten en slachtkwaliteit. Proefverslagnummer P 1.72, Proefstation voor de Varkenshouderij.
- Peet-Schwering, C. van der, 1990. Lysine- en eiwitgehalte in vleesvarkensvoer bij driefasenvoeding. Proefverslag nummer P 1.53, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland".
- Tamminga, S., Jongbloed, A.W., Eerdt, M.M. van, Aarts, H.F.M., Mandersloot, F., Hoogervorst, N.J.P., Westhoek, H., 2000. De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID-Lelystad no. 00-2040, 71 pp.
- Varkensbesluit, 1994. Besluit van 7 juli 1994, houdende regelen ter zake van het houden en huisvesten van varkens.
- Wahle, E.R., Huiskes, J.H., 1992. De invloed van een graanrijk voer op de mesterijresultaten, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit bij vleesvarkens. Proefverslag nummer P 1.79, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland".
- WUM, 1994. Uniformering mest en mineralen. Standaardcijfers varkens 1990 t/m 1992. Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (Redactie M.M. van Eerdt).

Bijlage 9 Berekening van TAN-excretie voor pluimvee

Age Jongbloed (ASG, Lelystad)

B9.1 De uitscheiding van stikstof in de kippenhouderij

B9.1.1. Rekenmethodiek

Voor de gevolgde werkwijze kan verwezen worden naar hoofdstuk B8.1.2 en B8.1.3 (zie Bijlage 8).

B9.1.2. Gehalten aan stikstof in kippen en kippeneieren

In tabel B9.1 is aangegeven wat de gehalten aan N zijn (g per kg levend gewicht of per kg product) voor de onderscheiden diercategorieën. Tevens zijn de referenties aangegeven. Het begingewicht van ééndagskuikens voor respectievelijk de vleessector en de legsector is in deze berekeningen gesteld op 42 en 36 g.

Tabel B9.1. Gewichten en gehalten aan N en P in diverse categorieën kippen (Ref. = referentiejaar).

Diercategorie	Fysiologische status	Ref.	Gewicht Ref. (g)	N-gehalte Ref (g/kg)	Gewicht (g) 2005	N-gehalte 2005 (g/kg)	Literatuur gehalten
Ei vleessector	-	1993	62	19,2	62	19,3	3
Ééndagskuiken vlees	1 dag		42	30,4	42	30,4	LNV, 2004
Vleeskuiken	afleveren	2002	2100	27,8	2200	27,8	2
Vleeskuikenmoederdier	19 weken	2000	2000	33,4	2000	33,4	3
Vleeskuikenvaderdier	19 weken	2000	2750	34,5	2750	34,5	3
Vleeskuikenmoederdier	19 weken en ouder	1996	3600	28,4	3900	28,4	3
Vleeskuikenvaderdier	19 weken en ouder	1996	4800	35,4	5000	35,4	3
Ei legsector	-	1993	62,4	19,2	62,5	18,5	2
Ééndagskuiken leg	1 dag	1993	36	30,4	35	30,4	LNV, 2004
Leghennen batterij licht	17 weken oud	1991	1215	28,0	1285	28,0	2
Leghennen batterij zwaar	17 weken oud	1991	1420	28,0	1520	28,0	2
Leghennen overig zwaar	17 weken oud		1520	28,0	1520	28,0	2
Leghennen batterij licht	18 weken en ouder	1993	1750	28,0	1600	28,0	2
Leghennen batterij zwaar	18 weken en ouder	1993	2050	28,0	1800	28,0	2
Leghennen overig zwaar	18 weken en ouder	1998	1900	28,0	1800	28,0	2

Literatuur 2: Jongbloed en Kemme, 2002; Literatuur 3: Versteegh en Jongbloed, 2000;

B9.1.3. Het N-gehalte en N-verteerbaarheid in kippenvoeders

In tabel B9.2 is een overzicht gegeven van de N-gehalten en de verteerbaarheid van N in de diverse kippenvoeders waarmee in deze studie gerekend is. In de desbetreffende paragrafen wordt de basis voor de N-gehalten en de N-verteerbaarheid in de voeders nader beschreven.

Tabel B9.2. Overzicht van de N-gehalten en de N-verteerbaarheid (Vc-N) in de diverse kippenvoerders voor het referentiejaar en in 2005.

Soort voeder	Referentiejaar			2005	
	Jaar	N	Vc-N	N	Vc-N
		g/kg	%	g/kg	%
Leghennenvoeder 1	1993	29,1	83,1	24,9	84,5
Leghennenvoeder 2	1993	29,1	82,8	24,9	84,5
Leghennenvoeder 3	1993	29,1	82,2	24,9	84,0
Opfokvoer start legrassen	1991	31,3	80,7	27,0	79,1
Leghennenvoeder 1	1998	26,4	83,1	24,9	84,5
Leghennenvoeder 2	1998	26,4	82,8	24,9	84,5
Leghennenvoeder 3	1998	26,4	82,2	24,9	84,0
Opfokvoer start legrassen	1998	28,6	79,1	27,0	79,1
Opfokvoer 1 (legrassen)	1991	31,3	80,7	26,1	80,7
Opfokvoer 2 (legrassen)	1991	31,3	79,1	26,1	79,1
Opfokvoer start vleesrassen	-	-	-	31,0	84,2
Opfokvoer 1 (vleesrassen)	2000	28,6	80,8	28,4	80,8
Opfokvoer 2 (vleesrassen)	2000	28,6	80,8	25,2	80,8
Startvoer (vleeskuikenouderdieren)	1996	31,0	80,8	25,2	80,8
Foktoomvoer 1 (vleeskuikenouderdieren)	1996	27,8	83,2	24,3	83,2
Foktoomvoer 2 (vleeskuikenouderdieren)	1996	27,8	82,3	24,2	82,3
Vleeskuikenvoer 1	2002	34,6	85,1	36,0	85,4
Vleeskuikenvoer 2	2002	32,0	84,3	34,1	83,9
Vleeskuikenvoer 3	2002	30,9	84,3	33,1	83,4

B9.2 Opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken op de batterij (categorie 300A)

B9.2.1 Uitgangspunten

Het begingewicht van de opfokleghennen voor zowel 1993 als voor 2005 is gesteld op 35 g (Reuvekamp, 2004). Het eindgewicht van deze categorie in 1993 is voor middelzware en witte leghennen 1420 resp. 1215 g (KWIN-V, 1991). Voor 2005 zijn deze gewichten 1520 resp. 1285 g. De lengte van de opfokperiode is 122,5 resp. 119 dagen (KWIN-V, 1991; 2005). De verdeling over middelzware en witte leghennen op de batterij was in 1991 56:44 (WUM, 1994) en voor 2005 is 50 : 50 aangehouden (Cijferinfo Pluimveesector 99/11; PVE, 1999). Per opfokperiode is voor 1991 de voeropname per afgeleverde hen resp. 5,6 en 5,0 kg (KWIN-V, 1991) resulterend in 5,5 en 4,9 kg voer per aanwezige hen voor middelzware en witte leghennen (gemiddeld 5,2 kg) en een voederconversie van 4,04. De verhouding in opname tussen opfokvoer 1 en 2 is in 1991 20 : 80. Voor 2005 is de voeropname per opfokperiode per afgeleverde hen voor middelzware en witte leghennen 5,6 resp. 5,2 kg (per aanwezige hen 5,4 resp. 5,2 kg), resulterend in een gemiddelde voeropname van 5,3 kg per aanwezige hen en een voederconversie van 3,87. De verhouding in opname tussen startvoer, opfokvoer 1 en 2 in 2005 is 5,6 : 25,9 : 68,5 (KWIN-V, 2005).

De uitval bedraagt voor 1991 4,5% voor zowel middelzware als witte leghennen en voor 2005 is dat 3,0 resp. 5,0%. Dit percentage wordt alleen gebruikt voor omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezige hen. In 1991 bevatten de opfokvoerders gemiddeld 31,3 g N/kg, terwijl deze voeders in 2005 gemiddeld 26,1 gN g/kg bevatten. De verteerbaarheid van

de opfokvoerders in 1991 is ontleend aan de voedersamenstellingen van Van Niekerk en Reuvekamp (1994; 1995a en 1995b). Voor opfokvoer 1 waren er drie waarnemingen evenals voor opfokvoer 2. Voor het startvoer is de verteerbaarheid van het opfokvoer 1 aangehouden. Door het ontbreken van gegevens omtrent samenstelling en N-verteerbaarheid van opfokvoerders in 2005 zijn dezelfde N-verteerbaarheden als voor 1991 aangehouden.

B9.2.2 Resultaten opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken op de batterij

In tabel B9.3a is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-opname en -uitscheiding voor opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken die op batterijen gehuisvest worden. Daarnaast zijn in Tabel B9.3b en B9.3c de resultaten gepresenteerd indien 100% witte opfokhennen resp. middelzware (bruine) opfokhennen worden gehouden. De berekende uitscheiding is uitgedrukt per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is).

Tabel B9.3a N-huishouding (g) door opfokhennen en -hanen (ca. 50% witte) van legrassen jonger dan ca. 18 weken op de batterij in kg N per dierjaar (categorie 300A).

Categorie 300A	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	-	-	-	26,1	80,7	24
Opfokvoeder 1	31,3	80,7	96	26,1	80,7	110
Opfokvoeder 2	31,3	79,1	405	26,1	79,1	290
Totale opname			501			424
Vastlegging			112			117
Uitscheiding			389			307
In faeces			103			86
In urine			286			220
In urine (%)			73,5			71,8

Tabel B9.3b N-huishouding (g) door opfokhennen en -hanen (100% witte) van legrassen jonger dan ca. 18 weken op de batterij in kg N per dierjaar (categorie 300A).

Categorie 300A	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	-	-	-	26,1	80,7	23
Opfokvoeder 1	31,3	80,7	96	26,1	80,7	105
Opfokvoeder 2	31,3	79,1	360	26,1	79,1	281
Totale opname			456			410
Vastlegging			99			107
Uitscheiding			357			303
In faeces			94			84
In urine			263			219
In urine (%)			73,7			72,4

Resultaten in de tabellen B9.3a, B9.3b en B9.3c laten zien dat de N-uitscheiding in 2005 veel lager is dan in 1991, vooral door het lagere N-gehalte in de voeders. Aangezien de N-retentie nauwelijks verschilt tussen beide jaren is er wel een veel lagere N-uitscheiding in de urine. De verhouding van het percentage N in urine : N in faeces is gemiddeld 1,7%-eenheid lager in 2005 ten opzichte van 1991.

Tabel B9.3c N-huishouding (g) door opfokhennen en -hanen (100% bruine) van legrassen jonger dan ca. 18 weken op de batterij in kg N per dierjaar (categorie 300A).

Categorie 300A	1991			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	-	-	-	26,1	80,7	24
Opfokvoeder 1	31,3	80,7	109	26,1	80,7	117
Opfokvoeder 2	31,3	79,1	402	26,1	79,1	308
Totale opname			510			450
Vastlegging			116			127
Uitscheiding			394			322
In faeces			105			92
In urine			290			231
In urine (%)			73,4			71,6

B9.3. Opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken in huisvesting anders dan batterij (categorie 300B)

In paragraaf B9.2 zijn enkele algemene opmerkingen beschreven die ook voor deze paragraaf van kracht zijn. Daarnaast dient te worden opgemerkt dat voor het maken van een inschatting van de technische resultaten in deze huisvestingssystemen gebruik gemaakt is van onderzoeksgegevens bij scharrelhuisvesting.

B9.3.1 Uitgangspunten

In de alternatieve huisvesting (scharrel) wordt vrijwel volledig met middelzware hennen gewerkt (Cijferinfo Pluimveesector 99/11; PVE, 1999). Ook de gegevens uit onderzoek hebben op deze hennen betrekking. Vandaar dat ervoor gekozen is voor deze categorie uit te gaan van alleen de middelzware hennen, zowel voor 2002 als 2006.

Het begingewicht van de opfokleghennen voor zowel 2000 als voor 2005 is gesteld op 35 g (Reuvekamp, 2004). Het eindgewicht van deze categorie is voor zowel 2000 als 2005 1520 g (Managementgids Isabrown, 2004; Vermeij, 2005; Hendrix-Poultry, 2005). De lengte van de opfokperiode is 119 dagen (KWIN-V, 2000; 2005). Per opfokperiode is voor 2000 de voeropname per afgeleverde hen 5,9 kg (per aanwezige middelzware hen 5,8 kg) (KWIN-V, 2000). Dit resulteert in een voederconversie van 4,20. De verhouding in opname tussen opfokvoer 1 en 2 is 20 : 80. Voor 2005 is de voeropname per opfokperiode per aanwezig dier voor middelzware leghennen 6,0 kg en de voederconversie van 3,96. De verhouding in opname tussen startvoer, opfokvoer 1 en 2 in 2005 is 5 : 26 : 69. De uitval bedraagt voor 2000 4,0% en voor 2005 eveneens 4,0%. Het uitvalpercentage wordt alleen gebruikt voor de omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezige hen.

In 2000 bevatten de opfokvoerders gemiddeld 28,6 g N/kg, terwijl deze voeders in 2005 gemiddeld 26,1 g N/kg bevatten. De verteerbaarheid van de opfokvoerders in 2000 is ontleend aan de voedersamenstellingen van Van Niekerk en Reuvekamp (1994; 1995a en 1995b). Voor opfokvoer 1 waren er drie waarnemingen evenals voor opfokvoer 2. Voor het startvoer is de verteerbaarheid van het opfokvoer 1 aangehouden. Door het ontbreken van gegevens van opfokvoerders in 2005 zijn dezelfde verteerbaarheden als voor 2000 aangehouden.

B9.3.2 Resultaten opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken in huisvesting anders dan batterij

In tabel B9.4 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-opname en -uitscheiding voor opfokhennen en -hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken in niet-batterij huisvestingssystemen. De berekende uitscheiding is uitgedrukt per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.4 N-huishouding (g) door opfokhennen en -hanen (100% bruine) van legrassen jonger dan ca. 18 weken in niet-batterij huisvesting in kg N per dierjaar (categorie 300B).

Categorie 300B	2000			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	-	-	-	26,1	80,7	24
Opfokvoeder 1	28,6	80,7	99	26,1	80,7	121
Opfokvoeder 2	28,6	79,1	408	26,1	79,1	326
Totale opname			507			471
Vastlegging			119			128
Uitscheiding			388			343
In faeces			104			96
In urine			284			247
In urine (%)			73,1			72,0

Resultaten in tabel B9.4 laten zien dat de N-uitscheiding in 2005 iets lager is dan in 2000, vooral door het iets lagere N-gehalte in de voeders. Aangezien de N-retentie nauwelijks verschilt tussen beide jaren is er wel een lagere N-uitscheiding in de urine. De verhouding van het percentage N in urine : N in faeces wordt 1,1%-eenheid lager in 2005 ten opzichte van 2000.

B9.4 Hennen en hanen van legrassen ca. 18 weken en ouder op batterij (categorie 301A)

In deze paragraaf wordt verder ingegaan op de berekeningen voor hennen op batterijsystemen. Hierin worden tevens de verschillen berekend indien alleen Witte leghorns of Bruine leghennen in een batterijsysteem worden gehouden.

B9.4.1 Uitgangspunten

Het begingewicht van de middelzware en witte leghennen voor 1993 is 1420 resp. 1215 g (KWIN-V, 1993). Voor 2005 zijn deze gewichten 1520 resp. 1285 g. Het eindgewicht van deze categorie op het eind van de legperiode is voor 1993 voor middelzware en witte leghennen 2050 resp. 1750 g (KWIN-V, 1993). Voor 2005 zijn deze gewichten 1800 resp. 1600 g. De lengte van de legperiode is 417 dagen (399 dagen eigenlijke legperiode, 18 dagen opfok) (KWIN-V, 1993). De verdeling over middelzware en witte leghennen op de batterij is 56:44 (WUM, 1994) en voor 2005 is 50:50 aangehouden (Cijferinfo Pluimveesector 99/11; PVE, 1999).

De voeropname van de middelzware en witte leghennen voor 1993 bedraagt 90 resp. 85 g/dag tijdens de opfok en 117,5 resp. 110 g/dag tijdens de eigenlijke legperiode voor 1993, en voor 2005 is 110 resp. 109,5 g/dag aangehouden (KWIN-V 1993 resp. 2005). Per ronde is de voeropname bij 1993 gemiddeld 42,6 kg per aanwezige hen. Er worden in 1993 per opgehokte hen 19,9 (middelzwaar) of 20,4 kg (witte leghen) kg eieren geproduceerd. Hierbij

is gerekend dat tijdens de opfok nog 5 eieren zijn geproduceerd met hetzelfde eigewicht. De gemiddelde voederconversie is 2,23 (KWIN-V, 1993), welke gebaseerd is op voeropname vanaf 20 weken en de eiproductie vanaf 17 weken.

Per ronde is de voeropname bij 2005 gemiddeld 41,1 kg per aanwezige hen. Er worden in 2005 per opgehokte hen 20,5 (middelzwaar) of 22,3 kg (witte leghen) kg eieren geproduceerd. Hierbij is gerekend dat tijdens de opfok nog 5 eieren zijn geproduceerd met hetzelfde eigewicht. De gemiddelde voederconversie is 2,02 (KWIN-V, 2005), welke gebaseerd is op voeropname vanaf 20 weken en de eiproductie vanaf 17 weken.

De uitval bedraagt voor 1993 6,3 en 7,3% voor middelzware en witte leghennen en voor 2005 zijn dezelfde waarden aangehouden. Het uitvalpercentage wordt alleen gebruikt voor de omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezige hen.

De start- en legvoerders bevatten in 1993 gemiddeld 29,1 gN/kg (WUM, 1994). Voor 2005 was het gemiddelde N-gehalte in de start- en legvoerders 24,9 g N/kg (Van Bruggen, 2007). De verdeling van de legvoerders 1, 2 en 3 over de legperiode is 40 : 40 : 20, zowel voor 1993 als 2005. Er zijn ook bedrijven waar legvoer 2 wordt doorgevoerd tot het eind van de legperiode in plaats van over te schakelen op legvoer 3. In de berekeningen is hiermee geen rekening gehouden.

De verteerbaarheid van de leghennenvoeders in 1993 is ontleend aan de voedersamenstellingen van Van Niekerk en Reuvekamp (1994; 1995a, 1995b, 1997) en Emous *et al.* (1999). Voor legvoeder 1 waren er zes waarnemingen met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 84,1%. Van legvoeder 2 waren er eveneens zes waarnemingen met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 83,8%, terwijl voor legvoeder 3 er vier waarnemingen waren met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 83,2%. Voor 2005 hadden we de beschikking over gegevens legvoeder 1 van het eerste halfjaar van 2006. De gemiddelde N-verteerbaarheid was 84,5%. Voor legvoeder 2 nemen we dezelfde N-verteerbaarheid als van legvoeder 1 en voor legvoeder 3 gaan we uit van een N-verteerbaarheid van 84,0%. De N-verteerbaarheid van het startvoer is gelijkgesteld aan dat van het opfokvoer 2.

B9.4.2 Resultaten hennen en hanen van legrassen ca. 18 weken en ouder op de batterij

In de tabellen B9.5a, B9.5b en B9.5c is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-uitscheiding voor hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder op batterijen.

Tabel B9.5a N-huishouding (g) door hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder op de batterij (ca. 50% witte) in kg N per dierjaar (categorie 301A),

Categorie 301A	1993			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Opfokvoer	29,1	79,1	39	27,0	79,1	40
Legvoeder 1	29,1	84,1	464	24,9	84,5	380
Legvoeder 2	29,1	83,8	464	24,9	84,5	380
Legvoeder 3	29,1	83,2	232	24,9	84,0	190
Totale opname			1200			990
Vastlegging			350			362
Uitscheiding			850			628
In faeces			196			156
In urine			654			472
In urine (%)			76,9			75,1

Tabel B9.5b N-huishouding (g) door hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder op de batterij (100% witte) in kg N per dierjaar (categorie 301A).

Categorie 301A	1993			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Opfokvoer	29,1	79,1	36	27,0	79,1	36
Legvoeder 1	29,1	84,1	448	24,9	84,5	380
Legvoeder 2	29,1	83,8	448	24,9	84,5	380
Legvoeder 3	29,1	83,2	224	24,9	84,0	190
Totale opname			1155			986
Vastlegging			345			365
Uitscheiding			810			620
In faeces			189			156
In urine			622			465
In urine (%)			76,7			74,9

Tabel B9.5c N-huishouding (g) door hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder op de batterij (100% midden zware; bruine) in kg N per dierjaar (categorie 301A).

Categorie 400	1993			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Opfokvoer	29,1	79,1	42	27,0	79,1	44
Legvoeder 1	29,1	84,1	477	24,9	84,5	380
Legvoeder 2	29,1	83,8	477	24,9	84,5	380
Legvoeder 3	29,1	83,2	239	24,9	84,0	190
Totale opname			1235			994
Vastlegging			354			358
Uitscheiding			881			636
In faeces			202			157
In urine			679			479
In urine (%)			77,1			75,2

De resultaten in tabel B9.5a zijn voor bedrijven met een verhouding van ca. 50% witte en 50% middelzware (bruine) leghennen; die in tabel B9.5b en B9.5c zijn voor bedrijven met 100% witte resp. 100% bruine leghennen. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in g N per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van de in de sector gebruikelijke kengetallen.

B9.4.3 Discussie leghennen op de batterij

Tabellen B9.5a, B9.5b en B9.5c laten zien dat er weliswaar verschillen zijn in de totale N-uitscheiding tussen de diverse legrassen, maar dat er nauwelijks verschillen zijn in het aandeel TAN in de excreta. Vergeleken met 1993 is het aandeel TAN in de excreta iets afgenomen met gemiddeld 1,8%-eenheid. Er is tevens nagegaan wat het effect is indien de N-verteerbaarheid 1%-eenheid hoger of lager is op de uitscheiding van N in faeces en urine. Tabel B9.6 geeft hiervan de resultaten.

Tabel B9.6 N-opname en N-uitscheiding (g) door hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder op de batterij (ca. 50% witte) in kg N per dierjaar (categorie 301A).

Categorie 301A	1993			2005		
	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger
Totale opname	1200	1200	1200	990	990	990
Uitscheiding	850	850	850	628	628	628
In faeces	208	196	184	166	156	147
In urine	642	654	666	462	472	481
In urine (%)	75,5	76,9	78,3	73,5	75,1	76,7

Uit tabel B9.6 is af te leiden dat er in afhankelijkheid van de verschillen in de N-verteerbaarheid geen grote verschuivingen zijn in de relatieve N-uitscheiding via de faeces en urine; bij 2%-eenheid verschil in N-verteerbaarheid neemt het relatieve aandeel in de urine toe met ca. 3%-eenheid.

B9.5 Hennen en hanen van legrassen ca. 18 weken en ouder in huisvesting anders dan batterij (categorie 301B)

In paragraaf B9.4 zijn enkele algemene opmerkingen beschreven die ook voor deze paragraaf van kracht zijn. Daarnaast dient te worden opgemerkt dat voor het maken van een inschatting van de technische resultaten in deze huisvestingssystemen gebruik gemaakt is van onderzoeksgegevens bij scharrelhuisvesting. Hierin zijn twee varianten nl. met en zonder vrije uitloop. Volgens CBS (2004) is het aantal dieren gelijk verdeeld over beide systemen en zijn de technische resultaten over beide systemen gemiddeld (KWIN-V, 1998; 2005).

B9.5.1 Uitgangspunten voor 1998 en 2005

In de alternatieve huisvesting (scharrel) wordt vrijwel volledig met middelzware hennen gewerkt (Cijferinfo Pluimveesector 99/11; PVE, 1999). Ook de gegevens uit onderzoek hebben op deze hennen betrekking. Vandaar dat ervoor gekozen is voor deze categorie uit te gaan van alleen de middelzware hennen, zowel voor 1998 als 2005.

Het begingewicht van de middelzware leghennen voor 1998 en 2005 is 1470 resp. 1520 g (KWIN-V, 1998; 2005). Het eindgewicht van deze categorie op het eind van de legperiode voor 1998 en 2005 is 1900 g resp. 1800 g (KWIN-V, 1998; 2005). In 1998 is de lengte van de legperiode 401 dagen (380 dagen eigenlijke legperiode, 21 dagen opfok) en in 2005 is dat 406 (385 eigenlijke legperiode, 21 dagen opfok) (KWIN-V, 1998; 2005).

De voeropname is 97,5 g/dag tijdens de opfok en 119 g/dag tijdens de eigenlijke legperiode (KWIN-V, 1998), terwijl voor 2005 de opnamen 100 resp. 121 g/dag zijn (KWIN-V, 2005). Per ronde is voor 1998 de voeropname gemiddeld 49,6 kg per aanwezige hen en worden er 20,28 kg eieren geproduceerd. Dit wordt geproduceerd bij een gemiddelde voederconversie van 2,29. Voor 2005 is de voeropname gemiddeld 48,7 kg per aanwezige hen en de eiproduktie 20,19 kg, wat resulteert in een gemiddelde voederconversie van 2,25. De uitval bedraagt voor 1998 8,3% en voor 2005 9,3%. Het uitvalpercentage wordt alleen gebruikt voor de omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezige hen.

De start- en legvoerders bevatten in 1998 gemiddeld 26,4 gN/kg (Tamminga *et al.*, 2000). Voor 2005 was het gemiddelde N-gehalte in de start- en legvoerders 24,9 g N/kg (Van Bruggen, 2007). De verdeling van de legvoerders 1, 2 en 3 over de legperiode is 40 : 40 : 20,

zowel voor 1993 als 2005. Er zijn ook bedrijven waar legvoer 2 wordt doorgevoerd tot het eind van de legperiode in plaats van over te schakelen op legvoer 3. In de berekeningen is hiermee geen rekening gehouden.

De verteerbaarheid van de leghennenvoeders in 1998 is ontleend aan de voedersamenstellingen van Van Niekerk en Reuvekamp (1994; 1995a, 1995b, 1997) en Emous *et al.* (1999). Voor legvoeder 1 waren er zes waarnemingen met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 84,1%. Van legvoeder 2 waren er eveneens zes waarnemingen met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 83,8%, terwijl voor legvoeder 3 er vier waarnemingen waren met een gemiddelde N-verteerbaarheid van 83,2%. Voor 2005 hadden we de beschikking over legvoeder 1 van het eerste halfjaar van 2006. De gemiddelde N-verteerbaarheid was 84,5%. Voor legvoeder 2 nemen we dezelfde N-verteerbaarheid als van legvoeder 1 en voor legvoeder 3 gaan we uit van een N-verteerbaarheid van 84,0%. De N-verteerbaarheid van het startvoer is gelijkgesteld aan dat van het opfokvoer 2.

B9.5.2. Resultaten hennen en hanen van legrassen ca. 18 weken en ouder in huisvesting anders dan batterij

In tabel B9.7 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-uitscheiding voor hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder in huisvesting anders dan batterijen. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in g N per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van de in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.7 N-opname en -uitscheiding (g) door hennen en hanen van bruine legrassen ca. 18 weken en ouder in huisvesting anders dan batterijen in kg N per dierjaar (categorie 301B).

Categorie 301B	1998				2005			
	kg voer	g N/kg	Vc-N (%)	kg N	kg voer	g N/kg	Vc-N (%)	kg N
Opfokvoer	1,8	28,6	79,1	51	1,9	27,0	79,1	51
Legvoeder 1	16,5	26,4	83,1	436	16,8	24,9	84,5	417
Legvoeder 2	16,5	26,4	82,8	436	16,8	24,9	84,5	417
Legvoeder 3	8,2	26,4	82,2	218	8,4	24,9	84,5	209
Totaal	43,0			1140	43,8			1094
Vastlegging				348				357
Uitscheiding				792				736
In faeces				187				173
In urine				605				563
In urine (%)				76,4				76,5

Uit tabel B9.7 is af te leiden dat de N-uitscheiding van 1998 naar 2005 iets is afgenomen, maar dat er geen verschil is in het aandeel TAN in de excreta.

B9.6 Opfokhennen en -hanen van vleesrassen 0 tot 19 weken (categorie 310)

Categorie 310 betreft de jonge ouderdieren voor de vleeskuikensector. Anders dan bij de legsector is dit een duidelijk onderscheiden categorie. Er is rekening gehouden met verschillen tussen hennen en hanen. Omrekening van kengetallen heeft plaatsgevonden omdat in de mestwetgeving zowel de hennen als de hanen geteld worden, terwijl kengetallen in een aantal gevallen uitgedrukt zijn per hen.

B9.6.1 Uitgangspunten voor 2000 en 2005

Het begingewicht van de opfokouderdieren (de kuikens) is voor zowel 2000 als voor 2005 gesteld op 42 g (Van Middelkoop, 2000). Het eindgewicht van deze categorie op ca. 19 weken leeftijd is voor hanen en hennen bij 2000 2750 resp. 2000 g (Ross, 2004) en voor 2005 worden dezelfde gewichten aangehouden. De lengte van de opfokperiode is voor 2000 en 2005 berekend op 126 dagen (KWIN-V, 2000; 2005). Het aantal hanen bij opzet is 15%. Gemiddeld zijn er 14,0% hanen per opgehokte hen (KWIN-V, 2000; 2005). Aan het eind van de opfokperiode vindt selectie in de hanen plaats. Bij opzet voor de legperiode worden 10% hanen ingezet. Per opfokperiode is voor 2000 de voeropname van opfokvoer 1 en 2 per afgeleverde hen 2,0 resp. 6,5 kg en per gemiddeld aanwezige hen 1,68 resp. 5,47 kg, resulterend in een gemiddelde voederconversie van 3,49. Voor 2005 zijn dezelfde waarden aangehouden.

De uitval bedraagt voor 2000 7,0 en 14,0% voor hennen en hanen en voor 2005 eveneens. Het uitvalpercentage wordt alleen gebruikt voor de omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezig dier.

Het opfokvoer bevat in 2000 gemiddeld 28,3 g N/kg (Tamminga *et al.*, 2000) en in 2005 is het gemiddelde N-gehalte van het start- en opfokvoer 26,1 g/kg (Van Bruggen, 2007). Deze gehalten zijn overgenomen van die van opfokleghennen, aangezien er geen gegevens voorhanden waren voor de opfok van vleeskuikenuouderdieren. De verteerbaarheid van de opfokvoerders in 2000 is ontleend aan de voedersamenstellingen van Van der Haar en Meijerhof (1996) en van een voerleverancier. Voor opfokvoer 1 waren er twee waarnemingen (gemiddeld 80,8%) en voor opfokvoer 2 zeven waarnemingen (gemiddeld 80,7%). Voor het startvoer is op basis van informatie van een voerleverancier een N-verteerbaarheid van 84,2% aangehouden. Voor de opfokvoerders 1 en 2 is een gemiddelde N-verteerbaarheid aangehouden van 80,7%. Door het ontbreken van gegevens van opfokvoerders in 2005 zijn dezelfde verteerbaarheden als voor 2000 aangehouden.

B9.6.2. Resultaten opfokhennen en -hanen van vleesrassen 0 tot 19 weken

In tabel B9.8 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-en P-uitscheiding voor opfokhennen en -hanen van vleesrassen 0 tot 19 weken. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in kg N per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.8 N-opname en -uitscheiding (g) door opfokhennen en -hanen van vleesrassen 0 tot 19 weken in kg N per dierjaar (categorie 310).

Categorie 310	2000			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Opfokvoer start	-	-	-	31,0	84,2	38
Opfokvoer 1	28,6	80,8	140	28,4	80,8	104
Opfokvoer 2	28,6	80,8	453	25,2	80,8	400
Totale opname			593			541
Vastlegging			200			200
Uitscheiding			393			342
In faeces			114			99
In urine			280			242
In urine (%)			71,1			71,0

Uit tabel B9.8 is af te leiden dat de N-uitscheiding van 2000 naar 2005 iets is afgenomen, maar dat er geen verschil is in het aandeel TAN in de excreta.

B9.7 Ouderdieren van vleesrassen ca. 19 weken en ouder (categorie 311)

Categorie 311 betreft de ouderdieren voor de vleeskuikensector. Anders dan bij de legsector is dit een duidelijk onderscheiden categorie. Er is rekening gehouden met verschillen tussen hennen en hanen. Omrekening van kengetallen heeft plaatsgevonden omdat in de mestwetgeving zowel de hennen als de hanen geteld worden, terwijl kengetallen in een aantal gevallen uitgedrukt zijn per hen.

B9.7.1 Uitgangspunten

Het begingewicht van de hennen resp. hanen voor 1996 is 1900 resp. 2600 g en voor 2005 2000 resp. 2750 g (Ross, 2004). Het eindgewicht van deze categorie op het eind van de productieperiode is voor hennen en hanen voor 1996 3600 resp. 4800 g en voor 2005 3700 resp. 4800 g (KWIN-V, 1996; 2005). De lengte van de productiecycclus voor 1998 en 2006 is berekend op 346 resp. 343 dagen (KWIN-V, 1996; 2005).

Streven is zowel voor 1996 als voor 2005 om 10% hanen te hebben bij de start van de legperiode. Over de gehele periode zijn er gemiddeld 95,51 hennen en 8,44 hanen aanwezig. Per legronde is voor 1996 de voeropname gemiddeld 3,0 kg prelegvoer en 45,0 kg foktoomvoer per opgehokte hen (2,9 kg resp. 43,3 kg per gemiddeld aanwezig dier) en worden er 148 broedeieren en 10 consumptie-eieren van gemiddeld 62 gram per stuk geproduceerd. Dit resulteert in 9,27 kg eieren per gemiddeld aanwezig dier. Voor 2005 is de voeropname per ronde gemiddeld 3,30 kg prelegvoer en 44,7 kg foktoomvoer per opgehokte hen (3,20 kg resp. 43,0 kg per gemiddeld aanwezig dier) en worden er 150 broedeieren en 10 consumptie-eieren van gemiddeld 62 gram geproduceerd. Dit resulteert in 9,54 kg eieren per gemiddeld aanwezig dier. De uitval bedraagt voor 1996 1,0 resp. 3,5% voor hennen en hanen tijdens de opfok en 10,0 resp. 35,0% tijdens de legperiode. Voor 2005 zijn de uitvalpercentages tijdens de opfok 1,0 resp. 3,6 en 10,0 resp. 35,0% tijdens de legperiode. Het uitvalpercentage wordt alleen gebruikt voor de omrekening van afgeleverde hen naar gemiddeld aanwezig dier.

Het N-gehalte in het prelegvoer en het foktoomvoer voor 1996 is berekend door het gemiddeld gehalte van 1992 (WUM, 1994) en dat van Tamminga *et al.* (2000) te nemen. Het prelegvoer bevat dan 31,0 g N/kg en het foktoomvoer 27,8 g N/kg. In 2005 bevatten het prelegvoer, foktoomvoer 1 en 2 resp. 25,2, 24,3 resp. 24,2 g N/kg (Van Bruggen, 2007).

Van de N-verteerbaarheid van de voeders in 1996 zijn geen gegevens voorhanden. Voor 2005 zijn we voor het prelegvoer uitgegaan van de N-verteerbaarheid van het opfokvoer 2 (80,8%). Op basis van gegevens van een mengvoerbakant werd voor begin 2008 een N-verteerbaarheid berekend voor het foktoomvoer 1 en 2 van resp. 83,2 en 82,3%. Deze verteerbaarheden zijn ook aangenomen voor de voeders van 1996.

B9.7.2 Resultaten hennen en hanen van vleesrassen vanaf ca. 19 weken en ouder

In tabel B9.9 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-opname en -uitscheiding voor hennen en hanen van vleesrassen vanaf ca. 19 weken en ouder. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in kg N per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.9. N-huishouding (g) door hennen en hanen van vleesrassen ca. 19 weken en ouder in kg N per dierjaar (categorie 311).

Categorie 311	1996			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	31,0	80,8	103	25,2	80,8	92
Foktoomvoeder 1	27,8	83,2	614	24,3	83,2	538
Foktoomvoeder 2	27,8	82,3	768	24,2	82,3	662
Totale opname			1484			1293
Vastlegging			258			262
Uitscheiding			1227			1030
In faeces			259			225
In urine			968			805
In urine (%)			78,9			78,1

Uit tabel B9.9 is af te leiden dat de N-uitscheiding van 1998 naar 2005 duidelijk is afgenomen, maar dat er nauwelijks verschil is in het aandeel TAN in de excreta.

B9.8 Vleeskuikens (categorie 312)

B9.8.1 Uitgangspunten

Het begingewicht van de vleeskuikens is voor zowel 2002 als 2006 gesteld op 42 g (Van Middelkoop, 2000). Het eindgewicht van vleeskuikens op 43 dagen leeftijd is voor 2002 en 2005 2100 resp. 2200 g (KWIN-V, 2003; 2007). Per productieperiode is voor 2002 de gemiddelde voederconversie 1,76 (KWIN-V, 2002), resulterend in een voeropname van gemiddeld 3,70 kg. Voor 2005 is de productie-periode 43 dagen, is de voederconversie gemiddeld 1,79, resulterend in een voeropname van 3,94 kg (KWIN-V, 2005).

Het vleeskuikenvoer 1, 2 en 3 voor 2002 bevatte 34,6, 32,0 resp. 30,9 gN/kg. De gehalten voor 2005 zijn 36,0, 34,1 resp. 33,1 g/kg (Van Bruggen, 2007). Van het vleeskuikenvoer 1 wordt per productieperiode 300 g opgenomen, van vleeskuikenvoer 2 1500 g en de rest is vleeskuikenvoer 3. Er zijn ook bedrijven waar naast mengvoer ook tarwe of corn cob mix wordt bijgevoerd maar in de berekeningen is hiermee geen rekening gehouden.

De verteerbaarheid van de vleeskuikens is geschat op basis van diverse voersamenstellingen van vleeskuikenvoer 2 bij een mengvoederbedrijf in de eerste helft van 2006. Deze was gemiddeld 83,9%. Op basis van discussies met experts lijkt het aannemelijk de N-verteerbaarheid van vleeskuikenvoer 1 met 2,5%-eenheid te verhogen, zodat die uitkomt op 85,4%. Verder is aangenomen de de N-verteerbaarheid van vleeskuikenvoer 3 0,5%-eenheid lager is dan van vleeskuikenvoer 2, zodat de N-verteerbaarheid dan 83,4% wordt. De bovenstaande verteerbaarheden zijn voor 2005 aangenomen. Voor 2002 wordt op basis van discussie met enkele deskundigen een N-verteerbaarheid voor vleeskuikenvoer 1, 2 en 3 85,1, 84,3 resp. 84,3 aangenomen.

B9.8.2 Resultaten vleeskuikens

In tabel B9.10 is op basis van bovengenoemde aannames een overzicht gegeven van de N-uitscheiding voor vleeskuikens. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in g N P per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.10 N-huishouding (g) door vleeskuikens in g N per dierjaar (categorie 312).

Categorie 312	2002			2005		
	g N/kg	Vc-N	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N	Opname N (g)
Vleeskuikenvoer 1	34,6	85,1	87	36,0	85,4	92
Vleeskuikenvoer 2	32,0	84,3	403	34,1	83,9	434
Vleeskuikenvoer 3	30,9	84,3	492	33,1	83,4	601
Totale opname			981			1127
Vastlegging			479			508
Uitscheiding			502			618
In faeces			153			183
In urine			349			435
In urine (%)			69,5			70,4

B9.8.3 Discussie vleeskuikens

Uit tabel B9.10 is af te leiden dat de N-uitscheiding van 2002 naar 2005 duidelijk is gestegen, maar ook dat het aandeel TAN in de excreta iets is toegenomen.

Er is nagegaan wat het effect is indien de N-verteerbaarheid 1%-eenheid hoger of lager is op de uitscheiding in faeces en urine. Tabel B9.11 geeft hiervan de resultaten.

Tabel B9.11. N-opname en N-uitscheiding (kg) door vleeskuikens in g N per dierjaar (categorie 312).

Categorie 312	2002			2005		
	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger	Vc-N 1 eenheid lager	Vc-N uitgangspunt	Vc-N 1 eenheid hoger
Totale opname	981	981	981	1127	1127	1127
Uitscheiding	502	502	502	618	618	618
In faeces	163	153	144	194	183	172
In urine	339	349	359	424	435	446
In urine (%)	67,5	69,5	71,4	68,6	70,4	72,2

Uit tabel B9.11 is af te leiden dat er in afhankelijkheid van een verschil in N-verteerbaarheid van 2%-eenheden de hoeveelheid N in urine als percentage van de totale N-uitscheiding een verschil oplevert van ca. 4%-eenheden.

B9.9 Algemene discussie pluimvee

B9.9.1 Betrouwbaarheid gehalten aan en verteerbaarheid van N in kippenvoerders en effecten op de N-uitscheiding

Niet voor alle voeders is een betrouwbaar beeld van het juiste gehalte aan N in voeders voor kippen. Vaak ontbreken deze gegevens in de diverse jaren. Ook is het moeilijk of zelfs niet mogelijk om deze gehalten te achterhalen bij de mengvoerbedrijven. Daar komt bij dat de grondstoffsamenstelling van de voeders niet wordt vrijgegeven door de meeste mengvoederfabrikanten. Het is immers bekend dat door het al dan niet opnemen van vrije aminozuren in de voeders het N-gehalte in de voeders kan worden verlaagd, maar tegelijkertijd het ook mogelijk is om kwalitatief slechter eiwithoudende grondstoffen in het voer op te nemen. Afhankelijk van de strategie op het bedrijf kan zowel het N-gehalte als de N-verteerbaarheid variëren. Het is gewenst beter onderbouwde gegevens hieromtrent te verzamelen.

B9.10 Samenvatting pluimvee

In tabel B9.12 is een samenvatting gegeven van de uitscheiding van N en P door diverse categorieën kippen in het referentiejaar en in 2005 in g/jaar.

Tabel B9.12. Overzicht van de uitscheiding van N en % TAN door diverse categorieën kippen in het referentiejaar en 2005 (g/jaar).

Categorie	Nummer	Ref. jaar	N in ref. jaar	% TAN in ref. jaar	N in 2005	% TAN in 2005
Opfok leghennen (batterij)	300A	1991	389	73,5	307	71,8
Opfok leghennen (grond)	300B	2000	388	73,1	343	72,0
Leghennen (batterij)	301A	1993	850	76,9	628	75,1
Leghennen (grond)	301B	1998	792	76,4	736	76,5
Opfok vleeskuikenouderdieren	310	2000	393	71,1	342	71,0
Ouderdieren vleeskuikens	311	1996	1227	78,9	1030	78,1
Vleeskuikens	312	2002	502	69,5	618	70,4

B9.11 Literatuur pluimvee

CBS, 2004. Statline 2002.

Cijferinfo Pluimveesector, 1999. Productschap Pluimvee en Eieren, Publicatie99/11.

CVB, 2007. Veevoedertabel 2007. Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

Emous, R.A. van, 2004. Persoonlijke mededeling.

Emous, R.A. van, Reuvekamp, B.F.J., Niekerk, Th.G.C.M. van, 1999. Voerantsoening bij leghennen op batterijen. PP-uitgave no. 84.

Haar, J.W. van der, Meijerhof, R., 1996. Verlaging stikstofaanvoer bij vleeskuikenouderdieren in opfokperiode. PP-uitgave no. 43.

Hendrix Poultry, 2005. www.hendrix-poultry.nl.

Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., 2002. Oriëntatie omtrent de gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in landbouwhuisdieren. Rapport ID-Lelystad no. 2178.

KWIN-V, 1994-2005. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994-2005. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.

LNV, 2004.

http://www.hetInVloket.nl/pls/portal30/docs/FOLDER/LNV_LOKET_US/LNV_FRONTEND_PUBLIEK/BHF/MINAS/DEF.%20TABELLENBROCHURE%202004.PDF.

Managementgids Isabrown, 2004. Isacom b.v., Boekel.

Middelkoop, J.H. van, 2000. Persoonlijke mededeling.

Niekerk, Th.G.C.M. van, Reuvekamp, B.F.J., 1994. Mestdroging en NH₃-emissie (opfok)leghennen. PP-uitgave no. 22.

Niekerk, Th.G.C.M. van, Reuvekamp, B.F.J., 1995a. Toepassing van fytase bij (opfok)leghennen. PP-uitgave no. 37.

- Niekerk, Th.G.C.M. van, Reuvekamp, B.F.J., 1995b. Expanderen van voer bij (opfok)leghennen op batterijen. PP-uitgave no. 38.
- Niekerk, Th.G.C.M. van, Reuvekamp, B.F.J., 1997. Alternatieve huisvesting leghennen. PP-uitgave no. 57
- Reuvekamp, B., 2004. Persoonlijke mededelingen.
- Ross, 2004, Vleeskuikenouderdieren Management Gids 1999.
- Tamminga, S., Jongbloed, A.W., Eerdt, M.M. van, Aarts, H.F.M., Mandersloot, F., Hoogervorst, N.J.P., Westhoek, H., 2000. De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID-Lelystad no. 00-2040, 71 pp.
- Vermeij, I., 2005. Persoonlijke mededeling.
- Versteegh, H.A.J., Jongbloed, A.W., 2000. De hoeveelheid droge stof, as, stikstof, calcium, magnesium, fosfor, natrium, kalium, koper, zink en ijzer in eieren en in vleeskuikenouderdieren op twee leeftijden. Rapport ID-DLO no. 99.059.
- WUM, 1994, Uniformering berekening mest- en mineralencijfers; standaardcijfers pluimvee, 1990-1992. Werkgroep Uniformering Mest- en Mineralencijfers.
- WUM, 2002. Dierlijke mest en mineralen 2002. www.cbs.nl/nl/publicaties/artikelen/milieu-en-bodemgebruik/milieu/mest/2002/dierlijke-mest-mineralen-2002-03.htm (auteur C. van Bruggen).
- Van Bruggen, C. van, 2007. Mondelinge mededelingen.

B9.12 Kalkoenen

B9.12.1 Algemeen

In tabel B9.13 staan gegevens over het gemiddelde gehalte aan N in het dierlijke product en in tabel B9.14 de gehalten aan eiwit en N en de fecale verteerbaarheid van N in de diverse kalkoenvoeders. De gehalten in de diverse kalkoenvoeders zijn in 1998 ontleend aan (Veldkamp, 1996; Veldkamp *et al.*, 1999) en in 2005 aan (Jongbloed en Kemme, 2005). Daarnaast is informatie ingewonnen bij dr. Veldkamp, specialist kalkoenen van ASG (Veldkamp, 2008).

Tabel B9.13 Gewichten en gehalten aan N in diverse categorieën kalkoenen en in kalkoeneieren.

Diercategorie	Gewicht (g) 1998	Gewicht (g) 2005	Fysiologische status	N-gehalte (g/kg)	Literatuur gehalten
Ei kalkoen	89	89	-	19,4	WUM, 1994
Eendagskuiken kalkoen	57	57	-	30,0	LNV, 2004
Vleeskalkoen hen	9500	9800	ca. 16,5 weken	33,0	LNV, 2004
Vleeskalkoen haan	18500	19500	ca. 21 weken	33,0	LNV, 2004

Tabel B9.14 Overzicht van de gemiddelde N-gehalten en verteerbaarheid van N in de diverse kalkoenvoeders voor 1998 en 2005.

Soort voeder	Referentiejaar			2005	
	Jaar	N (g/kg)	Vc-N (g/kg)	N (g/kg)	Vc-N (g/kg)
Startvoer	1998	45,8	85,0	44,7	85,0
Kalkoenvoer fase 2	1998	41,4	83,6	40,9	83,6
Kalkoenvoer fase 3	1998	37,4	83,4	35,8	83,4
Kalkoenvoer fase 4	1998	31,3	83,1	29,6	83,1
Kalkoenvoer fase 5	1998	31,3	83,1	26,1	83,1
Kalkoenvoer fase 6	1998	27,6	84,0	24,2	84,0

B9.13 Vleeskalkoenen (categorie 210)

Voor het vaststellen van allerlei technische resultaten van vleeskalkoenen zijn de gegevens van KWIN gebruikt. Verder is informatie verwerkt welke is verstrekt door de heer Veldkamp (2008).

B9.13.1 Uitgangspunten voor 1998 en voor 2005

Het begingewicht van vleeskalkoenen voor zowel 1998 als voor 2005 is gesteld op 57 g (Veldkamp, 2008). Voor 1998 is het eindgewicht van de hanen en hennen op een leeftijd van 147 en 116 dagen (gemiddeld 132 dagen) 18,50 resp. 9,50 kg (gemiddeld 14,00 kg). Voor 2005 is het eindgewicht van de hanen resp. hennen op een leeftijd van 145 resp. 112 dagen (gemiddeld 128 dagen) 19,50 resp. 9,80 kg (gemiddeld 14,60 kg). Per productieperiode is voor 1998 de gemiddelde voederconversie per kg afgeleverd gewicht 2,63, resulterend in een voeropname van 36,9 kg per ronde en 99,9 kg per jaar. Voor 2005 is de gemiddelde voederconversie 2,63, resulterend in een voeropname van 38,7 kg per ronde en 105,7 kg per jaar. De verdeling van de voeropname over de verschillende fasen is ontleend aan BUT (2006).

De N-gehalten in de diverse vleeskalkoenvoeders staan in tabel B9.15 De N gehalten in de voeders voor het jaar 1998 zijn ontleend aan Veldkamp (1996) en Veldkamp *et al.* (1999) en

zijn gemiddeld voor elke fase. De N-gehalten in de diverse kalkoenvoeders voor 2005 zijn dezelfde als vermeld door Jongbloed en Kemme (2005). Op basis van de voersamenstelling volgens Veldkamp *et al.* (1999) is de verteerbaarheid van N in de diverse vleeskalkoenvoeders geschat. De verteerbaarheid van N in de onderscheiden voeders is op basis van Veldkamp (2008) voor beide jaren gelijkgehouden (Tabel B9.15).

B9.13.2 Resultaten vleeskalkoenen

In tabel B9.15 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten een overzicht gegeven van de N-uitscheiding voor vleeskalkoenen. De berekende uitscheiding is uitgedrukt in kg N per dierjaar (1 dier dat het gehele jaar aanwezig is). Daarmee verschilt dit getal van in de sector gebruikelijke kengetallen.

Tabel B9.15 N-huishouding (kg) door vleeskalkoenen in kg N per dierjaar (categorie 210)

Categorie 210	1998			2005		
	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)	g N/kg	Vc-N (%)	Opname N (g)
Startvoer	45,8	85,0	53	44,7	85,0	54
Kalkoenvoer fase 2	41,4	83,6	134	40,9	83,6	141
Kalkoenvoer fase 3	37,4	83,4	553	35,8	83,4	561
Kalkoenvoer fase 4	31,3	83,1	767	29,6	83,1	768
Kalkoenvoer fase 5	31,3	83,1	992	26,1	83,1	876
Kalkoenvoer fase 6	27,6	84,0	676	24,2	84,0	625
Totale opname			3175			3025
Vastlegging			1248			1321
Uitscheiding			1927			1704
In faeces			527			502
In urine			1400			1202
In urine (%)			72,6			70,5

Uit de resultaten volgens tabel B9.15 blijkt dat N uitscheiding is afgenomen door het lagere N-gehalte in de voeders en door een hogere retentie van N. Hierdoor wordt minder N via de urine uitgescheiden en is het percentage N in de urine als percentage van de totale N-uitscheiding afgenomen van 72,6 tot 70,5.

B9.14 Literatuur kalkoenen

British United Turkeys, 2006, British United Turkeys, Chester, Engeland, B.U.T. Big 6 Performance Goals, 6th Edition.

Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., 2005. De uitscheiding van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, pelsdieren, eenden, konijnen en parelhoeders in 2002 en 2006. Rapport 05/101077, Nutrition and Food, ASG, Lelystad, 101 pp.

LNV, 2004. http://www.hetInvloket.nl/pls/portal30/docs/FOLDER/LNV_LOKET_US/LNV_FRONTEND_PUBLIEK/BHF/MINAS/DEF.%20TABELLENBROCHURE%202004.PDF.

Veldkamp, T., 1996. Ammoniakemissie bij het traditionele houderijsysteem voor vleeskalkoenen (volledig strooiselvoer). PP-Uitgave no. 50, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen.

Veldkamp, T., Gielkens, A.L.J., Bosch, J.G.M.J., Rooijen, J. van, 1999. Oriënterend onderzoek naar de relatie tussen dunne mest en locomotiestoornissen bij vleeskalkoenen. PP-uitgave no. 85.

Veldkamp, T., 2008. Persoonlijke mededeling.

www.cbs.nl/nl/publicaties/artikelen/milieu-en-bodemgebruik/milieu/mest/2002/dierlijke-mest-mineralen-2002-03.htm (auteur C. van Bruggen).

Bijlage 10

Excretie van stikstof en TAN in 2005

Excretie per diercategorie (kg/dier)

Jaar: 2005

Diercategorie	NL-gemiddeld								Excretie N-totaal dunne mest (mln kg)					Excretie N-totaal vaste mest (mln kg)				Mineralisatie				Excretie N-TAN NL dunne mest (mln kg)					Excretie N-TAN vaste mest (mln kg)							
	N-excretie (kg N/dier)								stal-winter	stal-zomer	stal-jaar	weide	totaal	stal-winter	stal-zomer	stal-jaar	totaal	Dunne mest-fractie	Vaste mest-fractie	Mineralisatie dunne mest	Mineralisatie vaste mest	stal-winter	stal-zomer	stal-jaar	weide	totaal	stal-winter	stal-zomer	stal-jaar	totaal				
	stal				weide																										Inclusief mineralisatie organische stof in stal en opslag			
	stal-winter		stal-zomer		stal-jaar		weide																											
kg N	TAN	kg N	TAN	kg N	TAN	kg N	TAN																											
RUNDVEE																																		
<i>Melk- en fokvee</i>																																		
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	499,937	22.7	65%					16.4	79%	10.214	0.000	0.000	8.199	18.413	1.135	0.000	0.000	1.135	0.90	0.10	10%	0%	6.996	0.000	0.000	6.477	13.474	0.738	0.000	0.000	0.738	0.000	0.000	0.738
mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	33,778			37.0	63%					0.000	0.000	1.125	0.000	1.125	0.000	0.000	0.125	0.125	0.90	0.10	10%	0%	0.000	0.000	0.750	0.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.079	0.079	0.000	0.079
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	515,972	42.0	68%					32.3	78%	19.504	0.000	0.000	16.666	36.170	2.167	0.000	0.000	2.167	0.90	0.10	10%	0%	13.887	0.000	0.000	12.999	26.886	1.474	0.000	0.000	1.474	0.000	1.474	
mannelijk jongvee, 1-2 jaar	18,149			88.9	69%					0.000	0.000	1.452	0.000	1.452	0.000	0.000	0.161	0.161	0.90	0.10	10%	0%	0.000	0.000	1.047	0.000	1.047	0.000	0.000	0.111	0.111	0.000	0.111	
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	74,180	42.0	68%					32.3	78%	2.804	0.000	0.000	2.396	5.200	0.312	0.000	0.000	0.312	0.90	0.10	10%	0%	1.996	0.000	0.000	1.869	3.865	0.212	0.000	0.000	0.212	0.000	0.212	
melk- en kalfkoeien	1,433,202	66.3	56%	34.5	62%			28.9	62%	92.171	49.445	0.000	41.420	183.036	2.851	0.000	0.000	2.851	0.97	0.03	10%	0%	55.671	32.535	0.000	25.680	113.886	1.596	0.000	0.000	1.596	0.000	1.596	
stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	12,391			88.9	69%					0.000	0.000	0.991	0.000	0.991	0.000	0.000	0.110	0.110	0.90	0.10	10%	0%	0.000	0.000	0.715	0.000	0.715	0.000	0.000	0.076	0.076	0.000	0.076	
<i>Vlees- en weidevee</i>																																		
vleeskalveren, voor de witveesproductie	624,513			10.5	67%					0.000	0.000	6.557	0.000	6.557	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00	10%	0%	0.000	0.000	4.610	0.000	4.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
vleeskalveren, voor de roseveesproductie	204,227			26.7	50%					0.000	0.000	5.453	0.000	5.453	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00	10%	0%	0.000	0.000	2.999	0.000	2.999	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	43,313	22.5	65%			16.3	79%			0.000	0.000	0.000	0.706	0.706	0.975	0.000	0.000	0.975	0.00	1.00	10%	0%	0.000	0.000	0.000	0.558	0.558	0.633	0.000	0.000	0.633	0.000	0.633	
mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	66,655			27.0	55%					0.000	0.000	1.800	0.000	1.800	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00	10%	0%	0.000	0.000	1.071	0.000	1.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	43,452	41.7	68%			32.3	78%			0.000	0.000	0.000	1.403	1.403	1.812	0.000	0.000	1.812	0.00	1.00	10%	0%	0.000	0.000	0.000	1.095	1.095	1.232	0.000	0.000	1.232	0.000	1.232	
mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	52,788			55.4	55%					0.000	0.000	2.924	0.000	2.924	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00	10%	0%	0.000	0.000	1.740	0.000	1.740	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	15,260	41.8	68%			32.3	78%			0.000	0.000	0.000	0.493	0.493	0.638	0.000	0.000	0.638	0.00	1.00	10%	0%	0.000	0.000	0.000	0.384	0.384	0.434	0.000	0.000	0.434	0.000	0.434	
mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	9,346			55.4	55%					0.000	0.000	0.518	0.000	0.518	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00	10%	0%	0.000	0.000	0.308	0.000	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
zoog-, mest- en weidekoeien	151,641	39.2	65%			45.6	76%			0.000	0.000	0.000	6.915	6.915	5.944	0.000	0.000	5.944	0.00	1.00	10%	0%	0.000	0.000	0.000	5.255	5.255	3.864	0.000	0.000	3.864	0.000	3.864	
SCHAPEN EN GEITEN																																		
vrouwelijke schapen	648,235	2.6	64%			12.1	76%			0.000	0.000	0.000	7.844	7.844	1.685	0.000	0.000	1.685	0.00	1.00	0%	0%	0.000	0.000	0.000	5.961	5.961	1.079	0.000	0.000	1.079	0.000	1.079	
melkgeiten	172,159			17.7	56%					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.047	3.047	0.00	1.00	0%	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.706	1.706	0.000	1.706	
PAARDEN EN PONY'S																																		
paarden	87,807	22.1	72%	11.2	72%	30.2	74%	0.000	0.000	0.000	0.000	2.652	2.652	1.941	0.983	0.000	2.924	0.00	1.00	0%	0%	0.000	0.000	0.000	1.962	1.962	1.397	0.708	0.000	2.105	0.000	2.105		
pony's	45,514	10.9	73%	3.5	73%	19.9	77%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.906	0.906	0.496	0.159	0.000	0.655	0.00	1.00	0%	0%	0.000	0.000	0.000	0.697	0.697	0.362	0.116	0.000	0.478	0.000	0.478		
VARKENS																																		
vleesvarkens	5,504,295			11.9	67%							65.501	65.501			0.000	0.000		1.00	0.00	10%	0%			46.047	46.047			0.000	0.000				
optokzeugen en -beren	274,085			14.1	69%							3.865	3.865			0.000	0.000		1.00	0.00	10%	0%			2.786	2.786			0.000	0.000				
zeugen	946,466			30.0	63%							28.394	28.394			0.000	0.000		1.00	0.00	10%	0%			18.939	18.939			0.000	0.000				
opfokberen 50 kg en meer	6,486			14.1	66%							0.091	0.091			0.000	0.000		1.00	0.00	10%	0%			0.063	0.063			0.000	0.000				
dekrjibe beren	17,235			23.7	75%							0.408	0.408			0.000	0.000		1.00	0.00	10%	0%			0.317	0.317			0.000	0.000				
PLUIMVEE																																		
ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken	2,191,650			0.33	71%							0.000	0.000			0.723	0.723		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			0.514	0.514				
ouderdieren van slachtrassen, 18 weken en ouder	3,596,700			1.10	78%							0.000	0.000			3.956	3.956		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			3.086	3.086				
leghennen, jonger dan 18 weken	10,787,300			0.32	72%							0.331	0.331			3.121	3.121		0.10	0.90	0%	0%			0.239	0.239			2.247	2.247				
leghennen, 18 weken en ouder	31,842,410			0.71	76%							1.628	1.628			20.980	20.980		0.07	0.93	0%	0%			1.237	1.237			15.945	15.945				
vleeskuijken	44,496,116			0.54	70%							0.000	0.000			24.028	24.028		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			16.820	16.820				
jonge eenden voor de slacht	1,030,867			0.89	70%							0.000	0.000			0.917	0.917		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			0.642	0.642				
kalkoenen	1,245,420			1.81	71%							0.000	0.000			2.254	2.254		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			1.600	1.600				
KONIJNEN EN PELSДИEREN																																		
Konijnen (voedsters)	48,034			8.2	70%							0.000	0.000			0.394	0.394		0.00	1.00	0%	0%			0.000	0.000			0.276	0.276				
Nertsen (moederdieren)	691,862			2.7	70%							1.868	1.868			0.000	0.000		0.00	1.00	0%	0%			1.308	1.308			0.000	0.000				
Vossen (moederdieren)	5,240			6.9	70%							0.036	0.036			0.000	0.000		0.00	1.00	0%	0%			0.025	0.025			0.000	0.000				
Totaal						124.692	49.445	122.943	89.599	386.680	19.955	1.143	59.818	80.915									78.551	32.535	84.201	62.939	258.225	13.021	0.824	43.102	56.947			

Bijlage 11 Mineralisatie en immobilisatie van stikstof in de mest

Gerard Velthof (Alterra)

Een deel van de organische stof in mest is gemakkelijk afbreekbaar en zal in de stal of opslag al worden afgebroken. Hierbij ontstaan CH_4 en CO_2 en, afhankelijk van de samenstelling van de mest, ook NH_4 (mineralisatie). In stro-rijke mest (hoge C/N-verhouding) zal een deel van de NH_4 vastgelegd (geïmmobiliseerd) worden.

De in dit rapport beschreven methode om NH_3 -emissie te berekenen is gebaseerd op TAN. Er moet dus rekening worden gehouden met veranderingen in TAN tijdens de opslag van de mest.

In de literatuur zijn weinig gegevens beschikbaar over mineralisatie en immobilisatie van ammonium in de mestopslag. Dit komt met name doordat deze processen moeilijk te bepalen zijn via een balansmethode in mest waaruit ook NH_3 ontsnapt. Een andere mogelijkheid van het bepalen van mineralisatie is gebruik maken van ^{15}N gelabeld N, die aan het rantsoen van het dier of aan de mest moet worden toegediend.

In een incubatiestudie van Sommer *et al.* (2007) was de N mineralisatie laag bij 10 °C, voor zowel dunne rundermest als dunne varkensmest. De mest was vers verzameld en werd bevroren bewaard, totdat de incubatiestudie begon. De mineralisatie nam sterk toe bij toenemende temperatuur. Ongeveer 80% van de organische N werd gemineraliseerd bij 15-20 °C gedurende 100-200 dagen. De mineralisatie was hoger bij varkensmest dan bij rundermest.

In een incubatiestudie van Sørensen *et al.* (2003) werd een mineralisatie van 9 - 50% van de organische N in dunne rundermest gevonden. De verse mest werd eerst 16 weken geïncubeerd bij 8°C en daarna 4 weken bij 15°C.

Bewerking van de gegevens van een incubatiestudie van Velthof *et al.* (2005) geeft aan dat de N-mineralisatie van organische N van de dunne varkensmest bij een hoge temperatuur (90 dagen bij 35°C) gemiddeld 15% bedroeg, met een variatie van -11 tot +30% (afhankelijk van rantsoen). De mest was vers verzameld en werd bevroren bewaard, totdat de incubatiestudie begon.

In een incubatiestudie met varkensmest waarin ^{15}N gelabelde ureum was toegediend (Beline *et al.*, 1998) bedroeg de N-mineralisatie 19% van de organische N gedurende 84 dagen bij 20 °C. De mest was verzameld van een boerderij en dus al enige tijd bewaard (niet duidelijk is hoe lang de bewaarduur is geweest).

In modellen die in Engeland en Duitsland worden gebruikt voor berekening van ammoniakemissies op nationaal niveau wordt de N-mineralisatie op 10% van de organische N gesteld (hierbij refererend naar onderzoek van Beline *et al.*, 1998). In de modellen die Denemarken en Zwitserland hanteren wordt (nog) geen rekening gehouden met mineralisatie.

In de methodiek wordt uitgegaan dat 10% van de organische N in dunne mest in de opslag in stal mineraliseert. Dit is mogelijk een conservatieve aanname. Gezien de onzekerheden wordt alleen mineralisatie in de stallen berekend en niet in de opslag buiten. Ook in de buitenopslag kan mineralisatie optreden, maar deze is mogelijk lager omdat de gemakkelijk afbreekbare organische N snel na uitscheiding in de stal zal mineraliseren.

Voor vaste mest wordt aangenomen dat er netto geen mineralisatie en geen immobilisatie optreedt.

Er wordt aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren naar (netto) mineralisatie in dunne runder- en varkensmest, aangezien dit een effect heeft op de berekende NH₃-emissies uit de stal, de mestopslag en mesttoediening.

Literatuur

- Beline, F., J. Martinez, C. Marol & G.Guiraud (1998) Nitrogen transformations during anaerobically stored 15-N labeled pig slurry. *Bioresource Technology* 64, 83-88.
- Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sørensen, H.D. Poulsen, H.k B. Møller (2007) Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr Cycl Agroecosyst* 78:27–36.
- Sørensen, P., M. R. Weisbjerg and P. Lund (2003) Dietary effects on the composition and plant utilization of nitrogen in dairy cattle manure. *Journal of Agricultural Science* 141, 79–91.
- Velthof, G.L., J.A. Nelemans, O. Oenema & P.J. Kuikman (2005) Gaseous nitrogen and carbon losses from pig manure derived from different diets. *Journal of Environmental Quality* 34, 698 – 706.

Bijlage 12 Aandeel TAN in mest bij toediening

Berekende TAN-aandeel in toegediende mest. Bij pluimvee is het TAN-gehalte gelijk aan gehalte aan urinezuur + NH4 van de mest; bij de overige diercategorieën is het TAN-gehalte gelijk aan het NH4-gehalte van de mest.

Diercategorie		berekende TAN-aandeel in toegediende mest	
		dunne mest	vaste mest
MELK- EN FOKVEE	vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	65	50
	mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	63	48
	vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	68	54
	mannelijk jongvee, 1-2 jaar	69	55
	vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	68	54
	melk- en kalfkoeien	58	38
	stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	69	55
VLEES- EN WEIDEVEE	vleeskalveren, voor de witvleesproduktie	63	
	vleeskalveren, voor de rosevleesproduktie	51	
	vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar		50
	mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	53	
	vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar		54
	mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	53	
	vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder		54
	mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	53	
SCHAPEN EN GEITEN	zoog-, mest- en weidekoeien		48
	vrouwelijke schapen (excl. lammeren)		46
PAARDEN EN PONY'S	melkgeiten		33
	paarden		61
VARKENS	pony's		60
	vleesvarkens	64	
	opfokzeugen en -beren	66	
	zeugen	60	
	opfokberen 50 kg en meer	63	
PLUIMVEE	dekrijpe beren	71	
	ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken.		0
	ouderdieren van slachtrassen, 18 weken en ouder		55
	leghennen, jonger dan 18 weken	69	59
	leghennen, 18 weken en ouder	74	68
	vleeskuikens		65
KONIJNEN EN PELSDIEREN	jonge eenden voor de slacht		39
	kalkoenen		54
	Konijnen (voedsters)		58
	Nertsen (moederdieren)	65	
	Vossen (moederdieren)	64	

Bijlage 13 Urinezuur in pluimveemest

Gerard Velthof (Alterra)

Pluimveemest bevat vaak aanzienlijke hoeveelheden urinezuur. Urinezuur wordt onder aërobe omstandigheden door het enzym uricase afgebroken tot urinezuur; onder anaërobe omstandigheden verloopt de afbraak van urinezuur langzaam (Groot Koerkamp, 1998). Daarnaast worden pluimveemesten vaak gedroogd, waardoor een deel van het urinezuur niet wordt afgebroken in de stal of mestopslag. In tegenstelling tot urinezuur wordt ureum snel afgebroken in de mest, waardoor dierlijke mesten vrijwel geen ureum bevatten.

Velthof *et al.* (1999) heeft de fracties urinezuur-N in totaal N van pluimveemest geschat uit literatuur (Van Faassen & Van Dijk (1987), Chambers *et al.* (1997), Nicholson *et al.* (1996) en Kirchmann (1991):

- Dunne kippenmest 30% van totaal N,
- Droge hennenmest 35 % van totaal N,
- Kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest 25% van totaal N,
- Kalkoenmest 15% van totaal N en
- Eendenmest 5% van totaal N.

In de berekening van N-uitscheiding van pluimvee wordt de urine-N berekend als TAN. TAN bestaat bij pluimvee vooral uit urinezuur in plaats van ureum zoals bij de andere diersoorten. De emissiefactor voor pluimveestallen wordt ook gebaseerd op een emissiefactor in % van de TAN.

Als pluimveemest aan de bodem wordt toegediend, zal het aanwezige urinezuur binnen enkele dagen worden afgebroken tot NH_4 . Kirchmann (1991) vond dat de urinezuur in pluimveemest (met een hoog aandeel urinezuur; 61%) binnen 10 dagen na toediening volledig was afgebroken.

Bij het uitrijden van mest op het land wordt voor de berekening van NH_3 -emissie gebruik gemaakt van een emissiefactor op basis van gemeten TAN, zijnde de som van $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en $\text{NH}_3\text{-N}$ (zie Bijlage 14). Het TAN-gehalte is gemeten in de mest die gebruikt is in proeven waarin de NH_3 -emissie is gemeten. Aangezien urinezuur in de bodem wordt omgezet in NH_4^+ en kan vervluchtigen, moet een correctie van de emissiefactor op basis van TAN worden doorgevoerd.

De meeste pluimveemest wordt uitgereden op bouwland. In het verleden is vaak als emissiefactor bij mesttoediening op bouwland de emissiefactor voor dunne mest gebruikt: 69% van toegediende TAN ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ + $\text{NH}_3\text{-N}$) bij bovengronds uitrijden en 22% bij direct inwerken (inwerken in twee werkgangen wordt berekend als gemiddelde van deze twee emissiefactoren). Voor Nederland is slechts een beperkt aantal metingen van de NH_3 -emissie beschikbaar. Deze metingen gaven voor vaste pluimveemest op bouwland gemiddeld een emissie aan van 19% TAN (11-26%), (Huijsmans *et al.*, 2007). De pluimveemest werd hierbij bovengronds toegediend. Bij deze metingen was de mestsamenstelling als volgt (Huijsmans, persoonlijke mededeling):

Drogestof: 72% (59-87)
Totaal N: 34 g/kg (29-37)
NH₄-N: 7,2 g/kg (4.8-9)

Bij deze metingen was het aandeel NH₄-N in totaal N dus 21,4% (14-27%). Als wordt aangenomen dat i) in de pluimveemest gemiddeld 20% urinezuur in de totale N heeft gezeten en ii) dat de N in deze urinezuur als NH₃ kan vervluchtigen dan zou de emissiefactor op basis van TAN + urinezuur bij uitrijden circa de helft zijn van de emissiefactor op basis van alleen TAN. De emissiefactor zou dan 10% bedragen.

Er is echter een groot aantal nadelen bij deze correctie. Ten eerste is het aandeel van urinezuur in de totale N van pluimveemest niet duidelijk. Het mag niet worden uitgesloten dat een deel van het urinezuur al is omgezet bij opslag van de mest buiten of in het veld.

Gezien de onzekerheid in het aandeel urinezuur in pluimveemest wordt de emissiefactor voor toediening voorsnog niet gecorrigeerd. Er wordt aanbevolen om door middel van mestanalyses het aandeel urinezuur in pluimveemest onder Nederlandse omstandigheden te bepalen. In de berekeningen bij verschillende uitgangspunten (paragraaf 9.2.2) wordt het effect van correctie voor urinezuur verkend.

Literatuur

- Chambers BJ, Smith KA & Van der Weerden TJ (1997) Ammonia emissions following the land spreading of solid manures. pp. 275-280. In: Jarvis SC & Pain BF (eds.) Gaseous nitrogen emissions from grasslands, CAB International, Wallingford.
- Groot Koerkamp PWG (1998) Ammonia emission from aviary housing systems for laying hens: inventory, characteristics and solutions. Proefschrift LUW, Landbouwniversiteit Wageningen, 161 p.
- Huijsmans, J.F.M., J. Mosquera, & J.M.G. Hol (2007). Ammoniakemissie bij het uitrijden van vaste mest. Plant Research International, rapport 155, PRI, Wageningen, pp. 20.
- Kirchmann H (1991) Carbon and nitrogen mineralization of fresh, aerobic and anaerobic animal manures during incubation with soil. Swedish Journal of Agricultural Science 21, 165-173.
- Nicholson FA, Chambers BJ & Smith KA (1996) Nutrient composition of poultry manures in England and Wales. Bioresource Technology 58, 279-284.
- Van Faassen HG & Van Dijk H (1987), pp. 27-45. In: Van der Meer HG, Unwin RJ, Van Dijk TA & Ennik GC (eds.) Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or Waste. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Velthof, G.L., P.J. van Erp & J.C.A. Steevens (1999). Karakterisering en stikstofmineralisatie van organische meststoffen in een nieuw daglicht. Meststoffen 1999, 36-43.

Bijlage 14 Emissiefactoren voor ammoniakemissie bij toediening van mest aan grasland en bouwland

J.F.M. Huijsmans en G.D. Vermeulen (PRI - Wageningen UR)

Historie

Voor de emissiefactor bij het uitrijden van mest werden tot op heden enkel data gebruikt uit de beginjaren (t/m 1993) dat emissiearme mesttoediening verplicht werd. Bij deze emissiefactor werd uitgegaan van gemiddelden van metingen zoals verwoord in Huijsmans (1999) met een opslag van 15% voor de berekeningen van nationale emissies (Van der Hoek, 2002). De 15% is ooit in het protocol opgenomen omdat werd aangenomen dat de emissies in de praktijk hoger zijn dan in de uitgevoerde metingen (correctie voor het feit dat er altijd wat mest niet volledig emissiearm wordt toegediend, namelijk bij het beginnen en eindigen van mesttoediening en bij het keren op de percelen).

Deze data zijn uiteindelijk statistisch geanalyseerd om een goede vergelijking tussen emissiefactoren van technieken mogelijk te maken (Huijsmans *et al.* 2001 en 2003). De verschillende emissiefactoren zijn weergegeven in tabel B14.1 voor grasland en in tabel B14.2 voor onbeteeld bouwland.

*Tabel B14.1 Gemiddelde emissiefactor (% van toegediende TAN) per toedienmethode van dunne mest op **grasland**.*

	Huijsmans (1999)	Van der Hoek (2002)	Huijsmans (2001)
	I	II	III
Bovengronds	68	68	77
Sleepvoeten	25	28.75	20
Sleufkouter		20.1	
zodenbemesting	10	11.5	6

*Tabel B14.2 Gemiddelde emissiefactor (% van toegediende TAN) per toedienmethode van dunne mest op **bouwland**.*

	Huijsmans (1999)	Van der Hoek (2002)	Huijsmans (2003)
	I	II	III
Bovengronds	68	68	68
Tweede werkgang onderwerken		46	
Inwerken (direct)	20	23	17
Volledig bedekken	9	10.35	2 *)

*) volledig bedekken: rechtstreekse injectie (één werkgang) of direct inwerken met ploeg.

Voor grasland zijn er geen onderscheiden data voor sleufkouter. In Van der Hoek (2002) is hiertoe de gemiddelde emissie tussen sleepvoeten en zodenbemesting genomen.

Op bouwland is "tweede werkgang onderwerken" in Van der Hoek (2002) een benadering, waarbij een aanname is gedaan voor extra emissie als gevolg van tijdsperiode tussen mest verspreiden en onderwerken.

Totale ammoniakemissie per toedienmethode

In de voorgaande paragraaf zijn data gebruikt van de eerste periode van emissiemetingen. Sindsdien zijn ook nog metingen uitgevoerd. Op bouwland werd gemeten in de periode 1990-1998 en zijn de onderliggende data ongeveer gelijk. Dit betekent dat er bijna geen nieuwe metingen zijn toegevoegd na 1993. De metingen voor grasland betreffen de periode 1989-2003 voor bovengronds en zodenbemesten; de metingen aan sleepvoeten hebben alleen plaats gevonden in de periode 1990-1994 (Tabel B14.3).

*Tabel B14.3 Aantal waarnemingen bij mest uitrijden op **grasland** in Nederland*

	1989-1993	1995-2003	Totaal 1989-2003
Bovengronds	47	34	81
Sleepvoeten	29	0	29
Zodenbemesting	34	55	89

Alle beschikbare data werden in de eerste plaats gebruikt om in te schatten wat het verschil in totale emissie is tussen de verschillende technieken en ook om de invloed van de mest- en omgevingsvariabelen in de eerste 96 uur na toediening op de emissiesnelheid vast te stellen. Voor de periode tot 1993 werd dit gerapporteerd door Huijsmans *et al.* (2001, 2003) en voor de volledige periode voor grasland door Huijsmans *et al.* (2007). In de statistische analyses van de totale emissie voor verschillende methoden werden alleen proefseries meegenomen waarin tenminste twee toedientechnieken tegelijkertijd gemeten werden. De reden hiervan was dat op deze wijze de storende invloed van mest- en omgevingsvariabelen op de zuivere vergelijking van technieken (d.w.z. vergelijking onder dezelfde omstandigheden) zoveel mogelijk uitgesloten werd.

In het kader van de analyse van de totale emissieschatting voor Nederland verschoof in 2007 de belangstelling van een zuivere vergelijking van de emissie van verschillende technieken naar de beste schatting van de totale emissie van een bepaalde methode van mest uitrijden in Nederland. De beste schatting hiervan is uiteraard een schatting op basis van alle beschikbare waarnemingen voor een bepaalde methode. In deze analyse werden dus ook de emissiemetingen meegenomen, waarin geen onderlinge vergelijking tussen technieken plaatsvond.

De gemiddelde emissiecijfers op basis van alle beschikbare waarnemingen per methode inclusief minimum- en maximum waarden en aantallen waarnemingen zijn weergegeven in tabellen B14.4 en B14.5 (Huijsmans en Vermeulen, 2008). De totale emissie werd per waarneming geschat als het maximum van de emissiecurve, gefit door de gemeten emissiecijfers in de periode van 96 uur na toediening.

*Tabel B14.4 Gemiddelde totale emissie (% TAN gift) per toedienmethode van mest op **bouwland** op basis van alle beschikbare waarnemingen (n) (Huijsmans en Vermeulen, 2008)*

Methode	Gemiddelde totale Emissie (%)	Minimum	Maximum	N
Bovengronds	69	30	100	26
Inwerken	22	3	45	25
Volledig bedekken)	2	1	3	7

*) volledig bedekken: rechtstreekse injectie (één werkgang) of direct inwerken met ploeg.

Tabel B14.5. Gemiddelde totale emissie (% TAN gift) per toedienmethode van mest op **grasland** op basis van alle beschikbare waarnemingen (n) (Huijsmans en Vermeulen, 2008)

Methode	Gemiddelde totale Emissie (%)	Minimum	Maximum	N
Bovengronds	74	28	100	81
Sleepvoet	26	9	52	29
Zodenbemesten	16	1	63	89

Statistische analyse van mogelijke trends in de tijd van de ammoniakemissie op grasland

Huijsmans en Vermeulen (2008) onderzochten of de ammoniakemissie op grasland in de loop der jaren dat de metingen zijn uitgevoerd (de tijd sinds 1988) systematisch veranderd is. Per techniek is daartoe een regressieanalyse uitgevoerd en is geanalyseerd of waargenomen trends kunnen worden verklaard door de omstandigheden waaronder gemeten is (mest- en omgevingsvariabelen). Hiertoe werd geanalyseerd of een factor "Tijd sinds 1988", toegevoegd aan de bestaande statistische modellen voor invloed van de omstandigheden, significant van invloed was op de emissiesnelheid na toediening.

Referentie (bovengronds breedwerpige mesttoediening)

Bij de referentie blijkt uit lineaire regressieanalyse een significante toename van de totale emissie in de tijd voor te komen ($p < 0,05$). Uit de verdere analyse blijkt dat de factor "tijd sinds 1988" niet significant ($p < 0,05$) van invloed was op de gemeten emissiesnelheid na toediening. Daaruit kan de conclusie worden getrokken dat de toename van de emissie in de tijd bij bovengronds uitrijden toevallig is en verklaard wordt door de omstandigheden tijdens de veldmetingen.

Sleepvoet

Bij de sleepvoet blijkt uit regressieanalyse geen significante invloed van de verlopen tijd op de emissie. De analyse van de invloed van de meetomstandigheden werd daarom niet uitgevoerd.

Zodenbemesting

Bij lineaire regressieanalyse van de totale emissie in de tijd bij zodenbemesting bleek de toename significant ($p < 0,05$). Uit de verdere analyse blijkt dat de factor "tijd sinds 1988" hier wel significant ($p < 0,05$) van invloed was op de gemeten emissiesnelheid na toediening. Daaruit kan de conclusie worden getrokken dat de toename van de emissie in de tijd bij zodenbemesting niet verklaard wordt door de omstandigheden tijdens de veldmetingen en dat er een andere oorzaak moet zijn voor de toename van de emissie sinds het begin van de metingen. De consequentie van deze constatering is dat het in tabel B14.4 genoemde cijfer voor de gemiddelde emissie bij de zodenbemesting (16%) niet meer de beste schatting is van de emissie op dit moment. Omdat in 2000 voor de laatste keer een flink aantal metingen verricht werden wordt als beste schatting nu aangehouden de ammoniakemissie in dit jaar op basis van de regressielijn. **Hierbij komt de ammoniakemissie voor zodenbemesting uit op 19%.**

Actualisatie emissiefactoren

In de emissiemetingen is geen onderscheid gemaakt naar mesttoediening met een sleufkoutermachine. Voor de emissiefactor van een sleufkouter wordt het gemiddelde aangehouden van de emissiefactor voor sleepvoeten en zodenbemesting. Bij mest onderwerken op bouwland is de tijd tussen mest toedienen en het onderwerken van groot belang voor de uiteindelijke ammoniakemissie (Huijsmans en De Mol, 1999). Voor de

emissiefactor “tweede werkgang onderwerken” wordt als emissiefactor gehanteerd het gemiddelde tussen bovengronds en direct inwerken.

In de tabellen B14.6 en B14.7 worden de emissiefactoren gegeven die gebruikt worden voor berekening van ammoniakemissie bij toediening van mest. Tevens zijn de emissiefactoren die zijn toegepast in de Milieubalans 2005 weergegeven.

*Tabel B14.6 Totale emissie per toedienmethode van mest op **grasland** op basis van alle beschikbare waarnemingen incl. de trend dat de emissie bij zodenbemesting de laatste jaren hoger is (Huijsmans en Vermeulen, 2008) en de emissiefactoren die zijn toegepast in de Milieubalans 2005 (Van der Hoek, 2002).*

	Huijsmans en Vermeulen (2008)	Van der Hoek (2002)
Bovengronds	74	68
Sleepvoeten	26	28.75
Sleufkouter *)	22.5	20.1
zodenbemesting	19	11.5

*) Voor de emissiefactor van een sleufkouter wordt het gemiddelde aangehouden van de emissiefactor voor sleepvoeten en zodenbemesting.

*Tabel B14.7 Totale emissie per toedienmethode van mest op **bouwland** op basis van alle beschikbare waarnemingen (Huijsmans en Vermeulen, 2008) en die toegepast in de Milieubalans 2005 (Van der Hoek, 2002).*

	Huijsmans en Vermeulen (2008)	Van der Hoek (2002)
Bovengronds	69	68
Tweede werkgang onderwerken *)	46	46
Inwerken (direct)	22	23
Volledig bedekken	2	10.35

*) Voor de emissiefactor “tweede werkgang onderwerken” wordt als emissiefactor gehanteerd het gemiddelde tussen bovengronds en direct inwerken.

Samenvattend

Een significant effect wordt aangetoond dat de emissie bij zodenbemesting in de loop der jaren (eind jaren '80 tot heden) hoger is geworden. Dit geldt niet voor bovengronds verspreiden. Voor het uitrijden met een sleepvoetenmachine en voor bouwland kon dit effect niet geanalyseerd worden omdat onvoldoende data verspreid over de tijdreeks beschikbaar zijn.

Een 15% hogere emissie aanname voor mesttoediening in de praktijk was niet onderbouwd en is nu niet meer van toepassing.

Voor de emissiefactor van een sleufkouter wordt het gemiddelde aangehouden van de emissiefactor voor sleepvoeten en zodenbemesting. Voor de emissiefactor “tweede werkgang onderwerken” wordt als emissiefactor gehanteerd het gemiddelde tussen bovengronds en direct inwerken.

Bij bovengronds uitrijden van vaste mest op grasland wordt een emissiefactor aangenomen van 100%.

Aanbeveling

De laatste jaren is ook zodenbemesting op onbeteeld bouwland toegelaten. Deze methode is ook voorgeschreven voor mesttoediening in een gewas op bouwland. Voor deze methode van mest uitrijden op beteeld en onbeteeld bouwland zijn geen waarnemingen beschikbaar. De enkele waarnemingen die beschikbaar zijn voor zodenbemesting op beteeld land geven aan dat de emissie op beteeld land anders verloopt (hoger is) dan bij zodenbemesting op grasland. Een goede onderbouwing voor de emissiefactor zodenbemesting onbeteeld en beteeld bouwland is nodig.

Implementatietechnieken

Naast de emissiefactor is het voor de inschatting van de nationale ammoniakemissie van belang goed zicht te hebben op de implementatiegraad van verschillende mesttoedieningswijzen in de praktijk. Momenteel vindt een inventariserend onderzoek plaats naar de huidige praktijk van mest uitrijden (veldsituatie na mest uitrijden) om hier een beter zicht op te krijgen (Huijsmans, mondelinge mededeling).

Literatuur

- Huijsmans, J.F.M., 1999. Manure application. In: Monitoring of national ammonia emissions from agriculture. Towards an improved calculation methodology. J.H.A.M. Steenvoorden, Ed. DLO-Staring centrum. Reeks Milieuplanbureau 6, Wageningen, the Netherlands. p. 139.
- 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: 323-342.
- Huijsmans, J.F.M., 2003. Manure application and ammonia volatilization. PhD thesis Wageningen University with summaries in English and Dutch, Wageningen, The Netherlands, ISBN 90-5808-937-1, pp 160.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol & G.D. Vermeulen, 2003. Effect of application method, manure characteristics, atmosphere and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. *Atmospheric Environment* 37: 3669-3680.
- Huijsmans, J.F.M., G.D. Vermeulen, J.M.G. Hol, H. Cnockaert & P. Demeyer, 2007. Effect of application method on ammonia volatilization from manure applied to grassland in the Netherlands and Belgium. In: G.J. Monteny and E. Hartung (Eds.) *Ammonia emissions in agriculture*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 191-193.
- Huijsmans J.F.M. en G.D. Vermeulen, 2008. Ammoniakemissie bij het uitrijden van dierlijke mest. Actualisatie emissiefactoren. PRI rapport (in afronding)
- Van der Hoek, K.W., 2002. Input variables for manure and ammonia data in the Environmental Balance 2001 and 2002 including dataset agricultural emissions 1980-2001 (in Dutch). RIVM Report 773004013. RIVM, Bilthoven, the Netherlands.

Bijlage 15 Emissiefactoren voor ammoniakemissie tijdens beweiding

Gerard Velthof (Alterra), Michel Smits (ASG), Frans Aarts (PRI) en Wim Bussink (NMI)

Inleiding

Bij berekeningen van NH₃-emissie voor Nederland wordt tot nu toe een emissiefactor van 8% van totaal N gebruikt. Deze emissiefactor is door Van der Hoek (1994) afgeleid uit studies bij stikstofgiften van ongeveer 400 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ in Nederland en Engeland (Bussink, 1990; Van der Molen *et al.*, 1989; Jarvis en Bussink, 1990). Een deskstudie in het kader van Koeien en Kansen laat zien dat de emissiefactor voor beweiding bij de huidige N-giften veel lager is; ongeveer 3% van de totale N-excretie (Aarts *et al.*, 2008b). Hierbij is gebruik gemaakt van de relatie die Bussink (1994) heeft afgeleid tussen het N-gehalte in het rantsoen en de NH₃-emissie in % van de totale N-excretie:

$$EF_{bew_N} = 2,717 \cdot 10^{-5} * Nr_{antsoen}^{3,389} \quad (R^2 = 0,96),$$

waarin EF_{bew_N} de NH₃ emissie is (in % van de totale N-excretie) en $Nr_{antsoen}$ het N-gehalte in het rantsoen tijdens de weideperiode (in g N per kg drogestof).

De in dit rapport afgeleide methodiek waarmee de NH₃-emissie in Nederland wordt berekend, is gebaseerd op de uitscheiding van TAN. Deze methode wordt gebruikt voor de berekening van stalemissies en emissies bij mesttoediening. Voor het ontwikkelen van een consistente rekenmethodiek moet de emissiefactor van beweiding ook op TAN worden gebaseerd. Aangezien in het onderzoek van Bussink (1992 en 1994) ook de urine-excretie is berekend, kan uit dit onderzoek een emissiefactor op basis van TAN worden afgeleid. Er zijn geen recentere metingen naar NH₃-emissie tijdens beweiding uitgevoerd in Nederland of elders die gebruikt kunnen worden voor het afleiden van deze emissiefactoren.

In deze bijlage wordt de gemiddelde emissiefactor voor beweiding in Nederland op basis van TAN afgeleid. Hiervoor moeten verschillende correcties worden doorgevoerd op de data-set van Bussink (1992, 1994).

De emissiefactor voor beweiding (EF_{bew_N}) wordt achtereenvolgend gecorrigeerd voor

- De kunstmest die gegeven is in het onderzoek van Bussink (1992 en 1994)
- Het beweidingssysteem
- De grondsoort

In de volgende paragrafen worden deze correcties in detail beschreven.

Correctie voor kunstmest

In het onderzoek van Bussink (1992 en 1994) is de emissie van beweiding deels gemeten in met kunstmest bemeste percelen. Aangezien het om kalkrijke kleigrond gaat, zal ook NH₃-emissie uit kunstmest plaats hebben gevonden. Hiervoor moet worden gecorrigeerd, omdat er anders sprake is van een dubbeltelling. In het EMEP-CORINAIR Guidebook voor NH₃-berekeningen wordt gewaarschuwd voor het risico van dubbeltelling indien een emissiefactor van beweiding wordt afgeleid uit metingen op met kunstmest bemeste percelen.

De normaliter te hanteren emissiefactor voor de in de studie van Bussink op kalkrijke kleigrond toegepaste kunstmest (kalkammonsalpeter) is 2% (zie Bijlage 16). Er zijn redenen om aan te nemen dat emissie uit kunstmest in het onderzoek van Bussink lager was dan 2%:

- De NH₃-emissie uit kunstmest wordt gedempt door de door beweiding verhoogde NH₃-concentratie in de lucht (Bussink, persoonlijke mededeling). De kunstmest werd ongeveer drie dagen na beweiding toegediend.
- De hoogte van het weidegras in het onderzoek van Bussink (1992; 1994) heeft mogelijk een dempend effect gehad ten opzichte van het gemaaid gras uit experimenten waaruit de emissiefactor voor kunstmest is afgeleid.
- De emissie uit kunstmest verloopt traag is en er zal slechts een deel van de totale NH₃-emissie uit toegediende kunstmest tijdens de meetdagen zijn opgetreden.
- De gemeten NH₃-emissie uit kalkammonsalpeter op dezelfde locatie als waarop het beweidingsonderzoek (maar ander jaar) plaatsvond bedroeg 0,1% bij 50 kg N per ha en 1% bij 400 kg N per ha (Bussink, persoonlijke mededeling).

Om de NH₃-emissie door beweiding te berekenen uit de resultaten van Bussink (1992, 1994) wordt een emissiefactor van kunstmest van 1% aangenomen.

In het onderzoek van Bussink is de NH₃-emissie alleen gemeten in periode dat er beweide werd. Er is ook kunstmest toegediend in perioden dat er niet werd beweide en er geen NH₃-metingen plaatsvonden. Dit geldt met name voor het voorjaar (eerste snede) en herfst. Geschat wordt dat ongeveer drie kwart van de toegediende kunstmest is toegediend in perioden waarin wel metingen van NH₃-emissie plaatsvonden (Bussink, persoonlijke mededelingen).

De NH₃-emissie uit kunstmest wordt berekend uit 75% van de kunstmestgift en een emissiefactor van 1%. De voor kunstmest gecorrigeerde NH₃-emissie varieert dan tussen 6 tot 38 kg N ha⁻¹ (Tabel B15.1).

Correctie voor beweidingssysteem

De beweidingssystemen in Nederland zijn de laatste jaren sterk veranderd naar systemen met beperkte beweiding (Aarts *et al.*, 2008b). Het aandeel snijmaïs, kuilvoer en bijvoerproducten in het zomerrantsoen is toegenomen en aandeel weidegras is afgenomen.

Bussink heeft de regressiefunctie afgeleid bij onbeperkte beweiding, dus zowel overdag als 's nachts weiden. Bij alleen overdag weiden zou de hogere temperatuur, windsnelheid en globale straling ertoe kunnen leiden dat er dan gemiddeld meer NH₃ uit verse urineplassen zal vervluchtigen dan 's nachts. 's Nachts is de drijvende kracht voor NH₃-emissie dus lager en is bovendien het gras nat van dauw en is de achtergrondconcentratie van NH₃ relatief hoog (weinig verdunning). Dit alles leidt tot een lagere NH₃-emissie in de nacht dan overdag. Dit effect is duidelijk zichtbaar in de metingen van Bussink (1992). Op 19 dagen is het dagritme bepaald (tabel 4 uit Bussink, 1992). De gemiddelde emissie tussen 7.00-12.30u bedroeg 37 g NH₃-N per uur, die tussen 12.30-17.00 u 64 g NH₃-N per uur, die tussen 17.00 – 21.30u 39 g NH₃-N per uur en die tussen 21.30-7.00 u 27 g NH₃-N per uur. Dit betekent dat de NH₃-emissie bij de huidige beweidingssystemen (met 's nachts opstallen) iets hoger is dan bij de situatie van dag en nacht weiden, zoals in de studie van Bussink. Gezien het grote effect van dag-nacht ritmes en het feit dat onbeperkte beweiding tegenwoordig weinig voorkomt, zou directe vertaling van de resultaten van Bussink (1992, 1994) naar de huidige situatie kunnen leiden tot een onderschatting van de weide-emissie. Daarvoor worden de emissies gecorrigeerd. De gemiddelde NH₃-N flux over 24 uur was 38 g NH₃-N per uur in het onderzoek

van Bussink (1992). De gemiddelde $\text{NH}_3\text{-N}$ flux in de periode 7.00 – 21.30 u was 46 g $\text{NH}_3\text{-N}$ per uur en dus een factor 1,20 hoger dan de gemiddelde flux over 24 uur. De emissies van Bussink (1992, 1994) worden met 1,20 vermenigvuldigd om de emissiefactor voor systemen met beperkt beweiden af te leiden.

Veranderingen in het beweidingssysteem kunnen ook een effect hebben op het N-gehalte en de samenstelling van het rantsoen, alsmede de volumeproductie van urine (Aarts *et al.*, 2008a; Smits *et al.*, 2002). Het is bijvoorbeeld bekend dat de momenteel veel gebruikte bijvoederproducten veel minder kalium bevatten dan gras, hetgeen resulteert in lagere urineproductie. Het kleinere urinevolume bij bijvoeding leidt tot een kleiner aantal urinelozingen per dag en minder urineplekken in de weide. De ureumconcentratie heeft ook een effect op het verloop van de pH in een urineplas na urineren. Bij een hogere ureumconcentratie kan de pH een hoger niveau bereiken en de emissiesnelheid zal dientengevolge ook een hoger niveau bereiken. Als gras deels wordt vervangen door snijmaïs of andere producten neemt de totale droge stof opname vaak toe evenals de melkproductie. Het urinevolume is bij een hoger productieniveau ook hoger. Per kg droge stof opgenomen voer neemt het urinevolume bij vervanging van gras dus veelal wel af, maar voor het totale rantsoen kan het netto-effect enigszins meevallen. De urineconcentratie in het onderzoek van Bussink (1994) varieerde van 4,98 tot 10,76 g urine-N per liter. Er wordt van uitgegaan dat de emissiefactor die uit dit onderzoek wordt afgeleid ook toegepast kan worden op de huidige systemen van beperkt weiden met een groter aandeel snijmaïs, kuilvoer en bijvoederproducten in het rantsoen.

De emissies van Bussink (1992, 1994) worden dus met 1,20 vermenigvuldigd om de emissiefactor voor systemen met beperkt beweiden af te leiden.

Correctie voor grondsoort/CEC

De NH_3 -emissie is mede afhankelijk van de kationen-uitwisselingscapaciteit (CEC) van de grond (Bussink, 1994; Whitehead and Raistrick, 1993). Naarmate de bodem een hogere CEC heeft, kan het NH_4 sterker binden en neemt het risico van NH_3 -emissie af³. Het bodemtype van het grasland waarop Bussink emissiemetingen deed was kalkrijke zeeklei (CEC-waarde = 280 $\text{mmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Op grond van een beperkt aantal metingen (niet volvelds) op zandgrond is door Bussink (1996) de volgende CEC-correctiefactor berekend:

$$\text{CECCorr} = (7,71 - 0,02793 * (\text{CEC} - 280)) / 7,71$$

Op veengrond zijn door Bussink echter geen metingen gedaan en is deze correctie dus niet door metingen onderbouwd.

Naast de CEC speelt waarschijnlijk ook de snelheid waarmee urineplassen in de bodem verdwijnen een rol. Dit zou het CEC effect op de emissie van zand versus klei deels kunnen compenseren. Door zandgronden loopt urine immers meestal makkelijker weg, terwijl op kleigronden, afhankelijk van de neerslag, plassen soms lang blijven staan.

³ Uit het onderzoek van Huijsmans (Bijlage 13) wordt geen effect van grondsoort op NH_3 -emissie gevonden uit toegediende mest. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de NH_3 direct uit de mest vervluchtigt en dat de N in mest minder in direct contact is met de bodem dan de N uit urine tijdens beweiding en de N uit kunstmest. Voor kunstmest wordt ook rekening gehouden met CEC (Bijlage 16). Het effect van CEC op NH_3 -emissie uit kunstmest zal echter waarschijnlijk vergelijkbaar zijn met die uit beweiding.

Plantaz *et al.* (1996) heeft bij grasland op veengrond in Zegveld metingen verricht. De meetmethode week af van die van Bussink (1996). Gelijktijdig werden beweide en onbeweide percelen gemeten. De 'netto' NH₃-emissie was in het onderzoek van Plantaz 5 kg per hectare per jaar. Plantaz onderscheidde een netto depositie van NH₃ in het stalseizoen van 0,8 - 1,8 kg per hectare grasland per jaar en een netto emissie van NH₃ in het weideseizoen van 5,4 à 6,7 kg per hectare per jaar. Als mogelijke oorzaak voor de lage emissie noemde Plantaz de lage pH van de veenbodem (pH=4,8). Aangezien het niet duidelijk is of de pH een rol heeft gespeeld, wordt de bodem-pH niet meegenomen als factor bij de berekening van emissie door beweiding.

Voor de berekening van emissie uit beweiding in Nederland wordt de formule met CEC-correctie van Bussink overgenomen. Op basis van gegevens van Blgg (Oosterbeek) voor 2007-2008 (Arjan Reijneveld, Blgg persoonlijk mededeling) is de gemiddelde CEC per grondsoort geschat. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde CEC van 70 mmol_c kg⁻¹ voor zandgrond, 180 mmol_c kg⁻¹ voor klei- en lössgrond en 300 mmol_c kg⁻¹ voor veen- en dalgrond, resulterend in een correctiefactor van respectievelijk 1,8, 1,4 en 0,90. Het moet hierbij worden aangegeven dat de spreiding in CEC groot is (variatiecoëfficiënt is ongeveer 50%).

Correctie van het N-gehalte van het rantsoen

Door Bussink (1994) werd berekend dat het N-gehalte van het opgenomen gras tijdens beweiding van een perceel gemiddeld 2,5 g N kg⁻¹ droge stof hoger was dan het gehalte dat bij aanvang van beweiding van een perceel bepaald werd. Dit wordt veroorzaakt doordat de N-uitscheiding tijdens de intensieve, onbeperkte beweiding leidde tot N-opname door het gewas. In de praktijk worden gehalten in het verse gras veelal alleen direct voor beweiding van een nieuw perceel bepaald. Het N-gehalte in het rantsoen dat door de WUM wordt berekend, houdt geen rekening met de toename van het N-gehalte tijdens beweiding. Dit N-gehalte is gebaseerd op analyses van verse grasmonsters van Blgg; deze monsters zijn genomen vóór beweiding.

Om op basis van het onderzoek van Bussink een formule te kunnen afleiden voor berekening van de emissiefactor voor beweiding op basis van het N-gehalte in het rantsoen, zou het N-gehalte moeten worden gecorrigeerd voor N-opname van gras tijdens in urineplekken beweiding. Om een consistente rekenmethodiek te volgen zou ook de WUM-berekening van de N-excretie tijdens beweiding moeten worden gecorrigeerd voor de N-opname tijdens beweiding. Dit laatste gebeurt niet en daarom wordt er geen correctie toegepast voor de stijging van het N-gehalte van gras tijdens beweiding.

Emissiefactor voor beweiding als percentage van TAN

In tabel B15.1 worden resultaten uit het onderzoek van Bussink (1992, 1994) gegeven. Na correctie voor kunstmestgift en beweidingssysteem kan de emissiefactor op basis van totale N-excretie (2,8 – 9,2%) en op basis van TAN-excretie (4,0 – 11,7%) worden berekend.

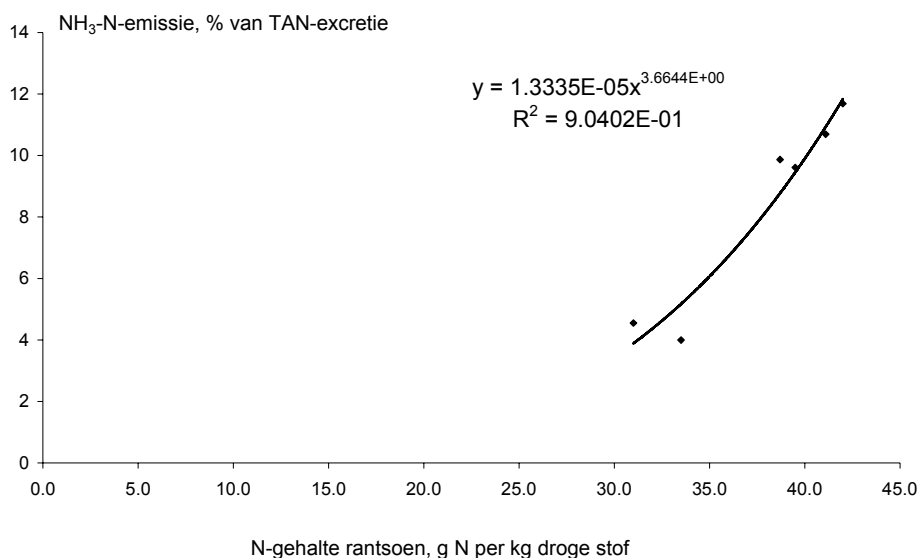
Er is in het kader van de onderhavige studie een regressieanalyse uitgevoerd tussen N-gehalte en de NH₃-emissie in % van TAN-excretie, analoog aan de regressieanalyse van Bussink. Hiervoor is de voor kunstmest en beweidingssysteem gecorrigeerde NH₃-emissie gebruikt (dit in tegenstelling tot Bussink, die niet-gecorrigeerde gegevens heeft gebruikt). Dit levert volgende vergelijking op (Figuur B15.1):

$$EF_{bew_{TAN}} = 1.33 * 10^{-5} * N_{rantsoen}^{3.66} (R^2 = 0,90),$$

waarin $EF_{bew_{TAN}}$ de NH₃ emissie is (in % van de TAN-excretie) en $N_{rantsoen}$ het N-gehalte in het rantsoen tijdens beweiding (in g N per kg drogestof).

Tabel B15.1. Resultaten uit onderzoek van Bussink (1992 en 1994).

	Bussink, 1992			Bussink, 1994		
	1987	1988	1988	1990	1990	1990
	550	250	550	250	400	550
	kg kunstmest-N/ha/jaar					
Resultaten Bussink						
N-gehalte rantsoen, g/kg	42.0	33.5	41.1	31.0	38.7	39.5
gemeten NH ₃ -emissie, kg N/ha	42	8	39	9	27	33
fractie N excretie op meetplot [*]	0.92	0.92	0.92	0.88	0.86	0.88
feces excretie, kg N/ha	114	84	127	102	115	132
urine excretie, kg N/ha	425	203	428	217	339	407
urine, % van totale N-excretie	79	71	77	68	75	76
Bewerkte resultaten Bussink						
NH ₃ -emissie kunstmest, kg N/ha ^{**}	4	2	4	2	3	4
NH ₃ -emissie beweiding bij onbeperkt beweiding, kg N/ha	38	6	35	7	24	29
NH ₃ -emissie beweiding bij beperkt beweiden, kg N/ha ^{***}	46	7	42	9	29	34
NH ₃ -emissie uit beweiding, % van totale N-excretie ^{****}	9.2	2.8	8.2	3.1	7.4	7.3
NH ₃ -emissie uit beweiding, % van urine excretie ^{****}	11.7	4.0	10.7	4.6	9.9	9.6
[*] aandeel van de uitgescheiden N die op het deel van het veld waarop de						
^{**} berekend als: 0.75 * kunstmestgift * 0.01						
^{***} berekend als 1.2 * NH ₃ -emissie bij onbeperkt jaarrond beweiden						
^{****} berekend op basis van de fractie van N die is uitgescheiden op de meetplot (0,92)						



Figuur B15.1 Relatie N-gehalte rantsoen en de NH₃-emissie uit beweiding in % van TAN uit onderzoek van Bussink (1992 en 1994). De NH₃-emissie is hierbij gecorrigeerd voor kunstmest en beweidingssysteem (tabel B15.1).

De Landelijk grondgebruikskaart (LGN) in Nederland geeft aan dat 15% van het grasland op veengrond ligt, 47% op zandgrond en 39% op klei- en lössgrond. Op basis van deze arealen en de CEC-correctie, kan een areaal gewogen gemiddelde emissiefactor (in % van TAN) voor beweiding in Nederland worden berekend. Het moet wel worden benadrukt dat het N-gehalte van het weiderantsoen nu en in de nabij toekomst onder de N-gehalten liggen waarbij NH_3 -metingen worden uitgevoerd (Figuur B15.1) en dus in het geëxtrapoleerde deel van de curve liggen. Gezien de onzekerheid in dit deel van de curve, worden de emissiefactoren van N-gehalten onder de 25 g N per kg gelijkgesteld aan die van 25 g N per kg (dus de minimale emissiefactor is dan 2,6% van TAN). Het is niet waarschijnlijk dat de N-gehalten van weiderantsoenen in de toekomst lager dan 25 g N per kg drogestof zullen zijn. De gemiddelde emissiefactor voor beweiding in Nederland ($EF_{bew_{TAN}}$ in % van de TAN-excretie) bedraagt dan (Figuur B15.2):

$EF_{bew_{TAN}}$ (in %) = 2,6%, bij $N_{rantsoen_{WUM}} < 25$ g N per kg ds,

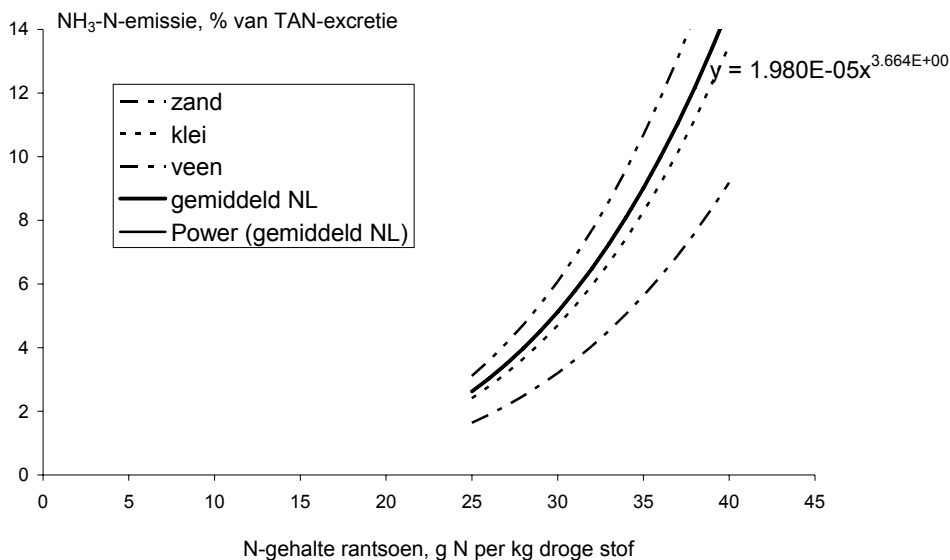
$EF_{bew_{TAN}}$ (in %) = $1,98 \cdot 10^{-5} \cdot (N_{rantsoen_{WUM}})^{3,664}$, bij $N_{rantsoen_{WUM}} \geq 25$ g N per kg ds

waarbij $N_{rantsoen_{WUM}}$ het gemiddeld N-gehalte in het rantsoen tijdens de weideperiode is volgens WUM (g N per kg drogestof).

In Nederland zijn geen meetgegevens bekend van NH_3 -emissie bij beweiding van andere diersoorten dan melkvee. In Engeland zijn eind jaren '80 metingen uitgevoerd bij grasland beweid door stieren (Jarvis *et al.*, 1989a) en schapen (Jarvis *et al.*, 1991). In het onderzoek met stieren is in twee jaar gedurende één periode in het voorjaar de NH_3 -emissie bepaald. De NH_3 -emissie was veel hoger bij een management met 420 kg N per ha per jaar dan bij 210 kg N per ha per jaar. Uitgedrukt als percentage van de urineuitscheiding bedroeg de NH_3 -emissie 12 procent bij 420 kg N per ha en 5% bij 210 kg N per ha. Na correctie voor de kunstmestgift bedraagt de emissie respectievelijk 9 en 4%, bij 420 en 210 kg N per ha. De met de in het onderhavige rapport afgeleide formule berekende emissiefactor voor melkvee bedraagt 8,6 en 2,5% van de TAN-excretie (uitgaande van de volgende gegevens van Jarvis *et al.*, 1989a; CEC van 202 mmol_c kg⁻¹, N-gehalte van gemiddeld 3,6 g N per kg en 2,4 g N per kg ds). De berekende emissiefactor bij een hoge N-gift (8,6%) komt dus goed overeen met de gemeten emissiefactor (9%) en de berekende emissiefactor bij een lage N-gift (2,5%) is dus lager dan de gemeten emissiefactor (4%). Indien de voor melkvee afgeleide formule ook voor vleesstieren kan worden toegepast, dan wordt de emissie bij beweiding bij lage N-giften onderschat. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de metingen van Jarvis *et al.* (1989a) alleen gedurende één periode in het voorjaar zijn uitgevoerd, dit in tegenstelling tot het onderzoek van Bussink (1992 en 1994) waarin tijdens verschillende perioden in het weideseizoen is gemeten.

De emissiefactor voor beweiding met schapen in de studie van Jarvis *et al.* (1991) was lager dan 2,4 % van de uitgescheiden N tijdens beweiding. De emissiefactor op basis van TAN en gecorrigeerd voor de NH_3 -emissie kan niet worden berekend uit de gegevens in de publicatie van Jarvis *et al.*, 1991, maar zal tussen 2 en 3% liggen). Het N-gehalte van de drogestof was hoog (gemiddeld 49 g N per kg droge stof bij het object met een hoge N-gift). De met de in de onderhavige studie berekende emissiefactor bij een N-gehalte van 49 g N per kg drogestof is veel hoger (Figuur B15.1). Uit het onderzoek van Jarvis *et al.* (1991) is het niet mogelijk om een emissiefactor voor schapen af te leiden bij lagere kunstmest N-giften.

Bij gebrek aan voldoende gegevens om een relatie af te leiden voor andere graasdieren, wordt de formule van melkvee ook toegepast voor de andere graasdiercategorieën. Het mag niet worden uitgesloten dat deze relatie tot een overschatting leidt van de emissiefactor voor schapen.



Figuur B15.2. Relatie N-gehalte rantsoen (in weideseizoenen volgens WUM) en de NH_3 -emissie uit beweiding in % van TAN per grondsoort en gemiddeld voor Nederland.

Berekening emissiefactor op basis van WUM-gegevens

De emissiefactor voor beweiding in % van TAN kan door WUM worden berekend uit het N-gehalte van het rantsoen tijdens de weideperiode. Op basis van WUM-gegevens kan ook de TAN-excretie worden berekend (zie Bijlage 10), zodat de totale NH_3 -emissie uit beweiding kan worden berekend uit de totale TAN-excretie tijdens beweiding en de uit het rantsoen berekende emissiefactor.

Het door de WUM berekende gemiddelde N-gehalte van het rantsoen in de weideperiode van melkkoeien bedroeg in 1994 32,9 g N per kg droge stof en in 2005 26,6 g N per kg droge stof. Dit betekent dat de emissiefactor voor beweiding is afgenomen van 7,2% van TAN in 1994 naar 3,3% in 2005.

Discussie

De hier afgeleide emissiefactor voor beweiding op basis van TAN is beduidend lager dan de 10% die gebruikt wordt in het EMEP CORINAIR guidebook. Die emissiefactor is gebaseerd op de studie van Reidy *et al.* (2008), waarin verschillende modellen zijn vergeleken (Tabel B15.2). De herkomst van de emissiefactoren op basis van TAN wordt voor de meeste modellen berekend door de emissiefactor in % van totaal N te corrigeren op basis van een vaste waarde voor het percentage TAN in de excretie. Het Deense model gaat bijvoorbeeld uit van een emissiefactor van 7 % van totaal N (gebaseerd op het onderzoek van Jarvis *et al.*, 1989a&b en Bussink, 1992 en 1994, aangevuld met expert knowledge; Hutchings *et al.*, 2001). Bij een aangenomen TAN-percentage van 60% (Reidy *et al.*, 2008) volgt een emissiefactor op basis van TAN van 12 % in het Deense model. Deze rekenmethodiek wordt ook voor de andere modellen toegepast. Dit leidt voor de Nederlandse modellen MAM en FarmMin tot de hoge emissiefactor van 13,6% van TAN. De TAN-fractie die in MAM gebruikt wordt (59%; Reidy *et al.*, 2008) is lager dan de 70% die in de onderhavige studie wordt gebruikt voor het TAN-aandeel in de excretie in de weideperiode. De emissiefactor voor het Engelse model Narses (Webb *et al.*, 2004) is afgeleid uit de studie van Misselbrook *et al.* (2000) en deze studie maakt wederom gebruik van de resultaten van de studies van Jarvis en Bussink, aangevuld met niet-gepubliceerde gegevens en resultaten uit Nieuw Zeeland. De emissiefactoren in de

modellen die beschreven zijn door Reidy *et al.* (2008) zijn dus in een meer of mindere mate afgeleid uit de resultaten van Bussink en Jarvis, maar zijn zeker niet nauwkeuriger dan de hier afgeleide formule om de emissiefactor te berekenen uit het N-gehalte in het rantsoen, omdat ze geen rekening houden met correcties voor kunstmest, grondsoort en N-gehalte door groei tijdens de beweiding.

Concluderend, de hier beschreven methodiek is gebaseerd op onderzoek van Bussink eind jaren '80 en begin jaren '90 bij onbeperkt beweiden. Er zijn allerlei correctiefactoren toegepast om de gegevens te vertalen naar een gemiddelde emissiefactor in % van TAN voor huidige beweidingssystemen in Nederland:

- Correctie van de meetgegevens van Bussink voor de NH₃-emissie uit kunstmest. De NH₃-emissie uit kunstmest wordt dus berekend uit de 75% van de kunstmestgift en een emissiefactor van 1%.
- Correctie voor de emissie bepaald bij onbeperkt beweiding (inclusief nacht) naar emissie bij beperkt beweiden. Hiervoor worden de emissies van Bussink vermenigvuldigd met een factor 1,2.
- Correctie voor grondsoort/CEC. Om de NH₃-emissie op kleigrond uit het onderzoek van Bussink (1992, 1994) te vertalen naar andere grondsoorten, wordt de emissie gecorrigeerd met een correctiefactor van 1,8 voor zandgrond, 0,9 voor veengrond en 1,4 voor löss- en kleigronden.

Deze correcties zijn behept met onzekerheden, omdat er allerlei aannames zijn gemaakt. Daarnaast wordt in het regressie-model een powerfunctie gebruikt waardoor kleine veranderingen in N-gehalte leiden tot relatief grote veranderingen in emissiefactor. De N-gehalten in de huidige weiderantsoenen zijn beduidend lager dan die uit de studie van Bussink (Tabel B15.1), zodat de berekeningen van emissiefactoren plaatsvinden in het traject waar geen meetgegevens beschikbaar zijn. Er zijn echter geen recente gegevens in binnen- en buitenland beschikbaar om de emissiefactor voor beweiding nader te onderbouwen. Gegevens van Jarvis *et al.* (1989a) en Jarvis *et al.* (1991) suggereren dat de in dit rapport afgeleide emissiefactor een overschatting geeft van de emissie bij schapen en mogelijk een overschatting bij de emissie van stieren bij lagere N-giften (niet duidelijk is of dit ook voor melkvee geldt).

De emissiefactoren die door Reidy *et al.* (2008) worden gegeven zijn niet nauwkeuriger. Het wordt aanbevolen om meer meetgegevens te verzamelen van effecten van beweiding op NH₃-emissie waarmee de huidige methodiek beter onderbouwd kan worden. Dit geldt niet alleen voor Nederland, maar ook voor andere landen (Tabel B15.2).

Tabel B15.2 (tabel 5 uit Reidy *et al.* (2008))

Emission factors used in the dairy cow scenarios: FF—fixed N excretion values and emission factors, FN—fixed N excretion values and national emission factors, NN—national N excretion values and emission factors

Scenario	FF	FN and NN					
		DYNAMO	DanAm	GAS-EM	NARSES	MAM	FarmMin
NH ₃ -N emitted as % of TAN entering the stage							
Grazing	8.0	6.7 ^a	12.0	12.5	10.0	13.6 ^a	13.6 ^a
Housing	24.1	16.7 ^a	17.0	19.7	31.0	15.3 ^{a,b}	20.7 ^a
Storage	15.6	27.7 ^c	18.0	16.7	15.7	16.3 ^a	16.3 ^a
Application	46.9	48.0	61.3	55.0	43.0	68.0	67.0

^aCalculated from total N to TAN.

^bAverage value, weighted with respect to manure production, using 6.6% for November–April and 16.9% from May to October.

^cThe basic emission factor is 15% for fully housed animals and a surface to volume ratio of 0.77. With grazing, it is corrected in such a way as to keep emissions per unit surface constant, since it is assumed that partial grazing does not change the emitting surface and TAN concentration during storage.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, L. Sebek, M.C.J Smits en J. Oenema, 2008a. De ammoniakemissie van de Nederlandse melkveehouderij bij een management gelijk aan dat van de deelnemers aan 'Koeien & Kansen'. WOt-rapport 63.
- Bussink, D.W. (1990) Ammoniak volatilization from a rotationally grazed sward. In: Fertilization and the environment. Edited by R. Merckx, H. Vereecken and K. Vlassak, pp. 305-313. Leuven University Press, Leuven.
- Bussink, D.W. (1992) Ammonia volatilisation from grassland receiving nitrogen fertiliser and rotationally grazed by dairy cattle. Fertiliser Research 33, 257-265.
- Bussink, D.W. (1994) Relationship between ammonia volatilisation and nitrogen fertiliser application rate, intake and excretion of herbage N by cattle on grazed swards. Fertiliser Research 38, 111-121.
- Bussink, D.W. (1996) Ammonia volatilization from intensively managed dairy pastures. PhD thesis Wageningen University.
- Hoek, K.W. van der, 1994. Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992. RIVM rapport 773004003.
- Hutchings, N.J., Sommer, S.G., Andersen, J.M. and Asman, W.A.H. (2001). A detailed ammonia emission inventory for Denmark. Atmospheric Environment 35 (11):1959-1968.
- Jarvis, S.C., Bussink, D.W., 1990. Nitrogen losses from grazed swards by ammonia volatilization. In: Proceedings of the 13th General Meeting of the European Grassland Federation, June 25-29, 1990, Banska Bystrica, Czechoslovakia, pp. 13-17.
- Jarvis, SC, Hatch, DJ, and Roberts D.H. (1989a) The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. Journal of Agricultural Science 112, 205-216
- Jarvis, S.C., D.J. Hatch and D.R. Lockyer (1989b) Ammonia fluxes from grazed grassland: annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs. J. Agric. Sci. 113, 99-108.
- Jarvis, S.C., D.J. Hatch, R.J. Orr, and S.E. Reynolds (1991) Micrometeorological studies of ammonia emission from sheep grazed swards. Journal of Agricultural Science, Cambridge 117, 101-109.
- Misselbrook TH van der Weerden TJ Pain BF Jarvis SC Chambers BJ Smith KA Phillips VR & Demmers TGM 2000. Ammonia emission factors for UK agriculture. Atmospheric Environment 34, 871-880.
- Molen J, Van der, Bussink DW, Vertregt N, van Faassen HG, den Boer DJ (1989) Ammonia volatilization from arable and grassland soils. In: Hansen JA, Henriksen K (eds) Nitrogen in organic wastes applied to soils, Academic Press, London, pp 185-201
- Plantaz, M.A.H.G. , J. Slanina & G.P. Wyers, 1996. Surface/atmosphere exchange of ammonia over grazed pasture. ECN Rapport ECN-C-96-085, 79 p.
- Reidy, B.; Dämmgen, U.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Evert, F.K. van; Hutchings, N.J.; Luesink, H.H.; Menzi, H.; Misselbrook, T.H.; Monteny, G.J.; Webb, J. (2008) Comparison of models used for the calculation of national ammonia emission inventories in Europe: liquid manure systems. Atmospheric Environment (in press).

- Smits, M.C.J., G. van Duinkerken, G.J. Monteny, 2002. Mogelijkheden van ammoniakemissie beperkende voermaatregelen in de melkveehouderij. IMAG en Praktijkonderzoek Veehouderij, IMAG Nota P 2002-36, 38 pp.
- Webb, J., Misselbrook, T.H. 2004. A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production. *Atmospheric environment* 38:2163-2176.
- Whitehead, D.C., and N. Raistrick. 1993. The volatilization of ammonia from cattle urine applied to soils as influenced by soils properties. *Plant Soil* 148:43-51.

Bijlage 16 Emissiefactoren voor ammoniakemissie bij toediening van kunstmest

Gerard Velthof (Alterra)

Algemeen

In het concept van het EMEP/CORINAIR Guidebook (concept mei 2008) wordt onderscheid gemaakt in drie type methoden voor de berekening van de NH₃-emissie uit kunstmest:

- Tier 1: wordt alleen toegepast als er geen gegevens over kunstmestgebruik zijn en als NH₃ geen “key source” is. Deze methode is niet van toepassing voor Nederland.
- Tier 2: hiervoor wordt een methodiek beschreven
- Tier 3: een methode gebaseerd op een modelberekening met behulp van procesmodellen of op een landenspecifieke emissiefactoren.

In Nederland zijn er weinig metingen naar NH₃ uit kunstmest uitgevoerd, zodat een methode op basis van landenspecifieke emissiefactoren niet mogelijk is (nb. voor stal- en mesttoedieningssemissies wordt wel een Tier 3 methode gevolgd, omdat er veel meetgegevens uit Nederlands beschikbaar zijn). Ook is er geen procesmodel operationeel om NH₃-emissies uit kunstmest in Nederland te berekenen.

De Tier 2 methode volgens het EMEP/CORINAIR Guidebook (concept mei 2008) volgt geen consistente lijn. Enerzijds stelt het dat er geen verschil in ammoniakemissie uit kunstmest bestaat voor grasland en bouwland. Anderzijds wordt de methodiek gebaseerd op geschatte emissiefactoren voor bouwland, waarbij wordt aangenomen dat de emissiefactor voor bouwland de helft is van die van grasland. Nederland heeft in oktober 2008 commentaar gegeven op de methodiek van EMEP/CORINAIR. De Tier 2 methode zal niet worden toegepast voor de berekeningen van de ammoniakemissie uit kunstmest.

De ammoniakemissie uit kunstmest wordt berekend met behulp van de rekenregels uit de paper van Bouwman *et al.* (2002). In deze review paper worden de resultaten van 148 studies (1667 ammoniakmetingen) van over de gehele wereld gebruikt om het effect van meststof-type, gewas, stikstofgift, methode van toediening, temperatuur, bodemeigenschappen (CEC, pH, organische stof gehalte) en locatie te kwantificeren. Er is een regressieanalyse uitgevoerd ($R^2 = 28\%$) en op basis van deze analyse is een rekenmodel ontwikkeld (Tabel B16.3). Het voordeel van het volgen van deze methodiek is dat het een transparante en gepubliceerde methodiek is.

De ammoniak emissie wordt berekend uit het gewas type meststof, toedieningsmethode, bodem pH, bodem CEC en het klimaat. Hieronder wordt aangegeven welke gegevens voor Nederland zijn genomen.

Gewas

Er wordt onderscheid gemaakt tussen “grassland” en “upland crops” (Tabel B16.1). Het areaal grasland, bouwland en maïslaan staan in tabel B16.3. Bouwland en maïslaan zijn als “upland crop” gerekend. Voor grasland wordt “factor class value” van -0,045 gebruikt en voor bouwland en maïslaan van -0,158 (Tabel B16.1).

Type meststof

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de door Bouwman *et al.* (2002) aangegeven meststoffen (Tabel B16.1). In het kader van de NH₃-berekening voor de milieubalans wordt de NH₃-emissie berekend uit een groot aantal meststoffen (Tabel B16.3). Een deel van deze meststoffen worden niet in de studie van Bouwman genoemd. De emissiefactor is als volgt berekend.

- Ammoniumsulfaatsalpeter; deze meststof bevat zowel ammoniumnitraat als ammoniumsulfaat. De emissiefactor is gelijkgesteld aan de gemiddelde emissiefactor van ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat.
- Stikstofmagnesia; deze meststof lijkt op kalkammonsalpeter, maar bevat naast CaCO₃ ook MgCO₃, maar dit leidt niet tot een andere emissiefactor dan kalkammonsalpeter.
- Chilisalpeter, Kalksalpeter en Kalisalpeter; dit zijn meststoffen die alleen nitraatstikstof bevatten en geen ammonium. Er kan daarom geen NH₃-emissie uit de bodem optreden. Het enige mechanisme waarop NH₃-emissie zou kunnen optreden is via het gewas, maar hierover bestaan nog veel onduidelijkheden (Sommer *et al.*, 2004). Ook in de Guidebook EMEP/CORINAIR wordt de eventuele gewasemissie niet opgenomen en ook niet verrekend in de emissiefactoren van toediening van mest, beweiding en andere kunstmesttypen. Nitraathoudende meststoffen worden amper in Nederland gebruikt (in totaal 0,5% van totaal stikstofkunstmestgebruik in Nederland). De emissiefactor wordt op 0% gezet.
- Gemengde stikstofmeststof; dit kunnen allerlei typen meststoffen zijn. De emissiefactor wordt gelijkgesteld aan die van de meest voorkomende meststoffen in Nederland.
- Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen; deze meststoffen zijn vergelijkbaar met NPK en de emissiefactor wordt op 2% gezet.
- Ammoniakwater; deze meststof is vergelijkbaar met vloeibare ammoniak.
- Zwavel gecoate ureum; de coating van deze meststof leidt tot een lagere emissie dan niet gecoate ureum (Oenema and Velthof, 1993). De emissiefactor wordt op de helft van die van ureum gezet.

Toedieningsmethode

Er wordt uitgegaan dat alle meststoffen oppervlakkig worden toegediend (factor class value = -1,305; Tabel B16.1).

Bodem pH

Bouwman *et al.* (2002) gaan uit van bepaalde pH-klassen (Tabel B16.1 en figuur B16.1). Voor de berekening van Nederland wordt onderscheid gemaakt naar kalkloze en kalkrijke gronden (Tabel B16.2), waarbij wordt uitgegaan dat kalkloze een pH < 7,3 en kalkrijke een pH > 7,3 hebben.

Bij bodems met pH < 7,3 wordt er van uitgegaan dat de helft een pH heeft die lager is dan 5,5 en de helft een pH van 5,5 – 7,3, zodat in de berekening wordt uitgegaan van een factor class value van $(-1,072 - 0,9333)/2 = -1,002$ (Tabel B16.1). Bij de kalkrijke gronden wordt uitgegaan dat de pH tussen 7,3 en 8,5 ligt; factor class value = -0,608.

Bodem CEC

De CEC van grondsoorten in Nederland varieert sterk (van 60 voor zeezand tot meer dan 300 voor veen en kleiig veen; gegevens van Blgg (Oosterbeek) voor 2007-2008; Arjan Reijneveld, Blgg persoonlijk mededeling). Er wordt uitgegaan van een gemiddelde CEC van 70 mmol_c kg⁻¹ voor zandgrond, 180 mmol_c kg⁻¹ voor klei- en lössgrond en 300 mmol_c kg⁻¹ voor veen- en dalgrond. Op basis van de arealen uit tabel B16.2 kan worden berekend dat de areaal gewogen CEC voor grasland 146 mmol_c kg⁻¹ bedraagt en voor kleigrond 134 mmol_c kg⁻¹. Voor zowel grasland als bouwland wordt daarom een factor class value gebruikt van 0,088.

Klimaat

Het klimaat is een gematigd klimaat: factor class value = -0,408.

Tabel B16.1. Rekenmodel om ammoniakemissie uit meststoffen te berekenen (Bouwman et al., 2002: Table 3).

Table 3. Factor Class Values for Type of Crop, Fertilizer Type, Application Mode, pH, CEC and Climate Determined by Linear Regression^a

Factor	Value
<i>Factors related to Management</i>	
Crop type	
Upland crops	-0.045
Grass	-0.158
Flooded crops	0
Fertilizer type ^b	
Ammonium sulfate	0.429
Urea	0.666
Ammonium nitrate	-0.35
Calcium ammonium nitrate	-1.064
Anhydrous ammonia	-1.151
Other straight N	-0.507
N solutions	-0.748
Ammonium phosphates	0.065
Other compound NP	0.014
Compound NK	-1.585
Compound NPK	0.014
Ammonium bicarbonate	0.387
Animal manure	0.995
Application mode ^c	
b	-1.305
i	-1.895
s	-1.292
b/f; i/f	-1.844
b/w/pi	-2.465
<i>Factors Related to Environmental Conditions</i>	
Soil pH	
pH ≤ 5.5	-1.072
5.5 < pH ≤ 7.3	-0.933
7.3 < pH ≤ 8.5	-0.608
pH > 8.5	0
Soil CEC	
CEC ≤ 16	0.088
16 < CEC ≤ 24	0.012
24 < CEC ≤ 32	0.163
CEC > 32	0
Climate	
Temperate climate	-0.402
Tropical climate	0

^a Weighted log-transformed values are given. NH₃ volatilization rate is calculated as exp(factor value for crop type + fertilizer type + application mode + soil pH + soil CEC + climate). For example, for grass fertilized with U by broadcasting fertilizer on soil with pH 5.5 < pH ≤ 7.3 and CEC of 16 < CEC ≤ 24 in a temperate climate, volatilization rate is calculated as exp(-0.158 + 0.666 - 1.305 - 0.933 + 0.012 - 0.402) = exp(-2.120) = 0.120. Hence volatilization as a fraction of urea N application is 0.120.

^b Factor value for ammonium phosphates is calculated on basis of global composition of 80% DAP and 20% MAP; compound NK (mainly KNO₃) uses value for CN. Factor values for other compound fertilizers are based on various compound NP and NPK fertilizers in data set of measurements; for N solutions, we used data collected for all N fertilizers applied in solution.

^c See Table 2 for explanation.

Tabel B16.2 Oppervlakte (in ha) kalkrijke en kalkloze gronden en het grondgebruik op basis van de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50.000) en de Landelijk grondgebruikskaart LGN (Bron: F. de Vries, Alterra).

Gebruik	Kalkloze gronden				Totaal kalkloos	Kalkrijke gronden			Totaal kalkloos en kalkrijk	Percentage kalkrijke gronden
	Veen	Zand	Zavel en klei	Löss leem		Zand	Zavel en klei	Totaal kalkrijk		
Gras	193,796	608,438	330,698	15,990	1,148,922	12,369	165,182	177,551	1,326,473	13
Mais	6,950	178,210	32,157	4,010	221,326	1,198	20,750	21,948	243,274	9
Akkerbouw	19,717	225,326	97,935	12,802	355,781	19,751	320,272	340,023	695,804	49
Totaal landbouw	220,463	1,011,974	460,789	32,802	1,726,028	33,318	506,204	539,522	2,265,551	24
Natuur	38,126	348,059	33,203	4,661	424,049	38,420	33,974	72,393	496,442	15
Totaal	258,589	1,360,033	493,993	37,462	2,150,077	71,738	540,178	611,916	2,761,992	22

In tabel B16.3 staan de emissiefactoren voor de kunstmeststoffen uit Bouwman *et al.* (2002) weergegeven, afhankelijk van landgebruik en pH. Op basis van de arealen (tabel B16.2) is de areaal gewogen gemiddelde emissiefactor berekend.

Tabel B16.3 Emissiefactoren van de kunstmesten uit studie Bouwman *et al.* (2002) voor Nederlandse omstandigheden.

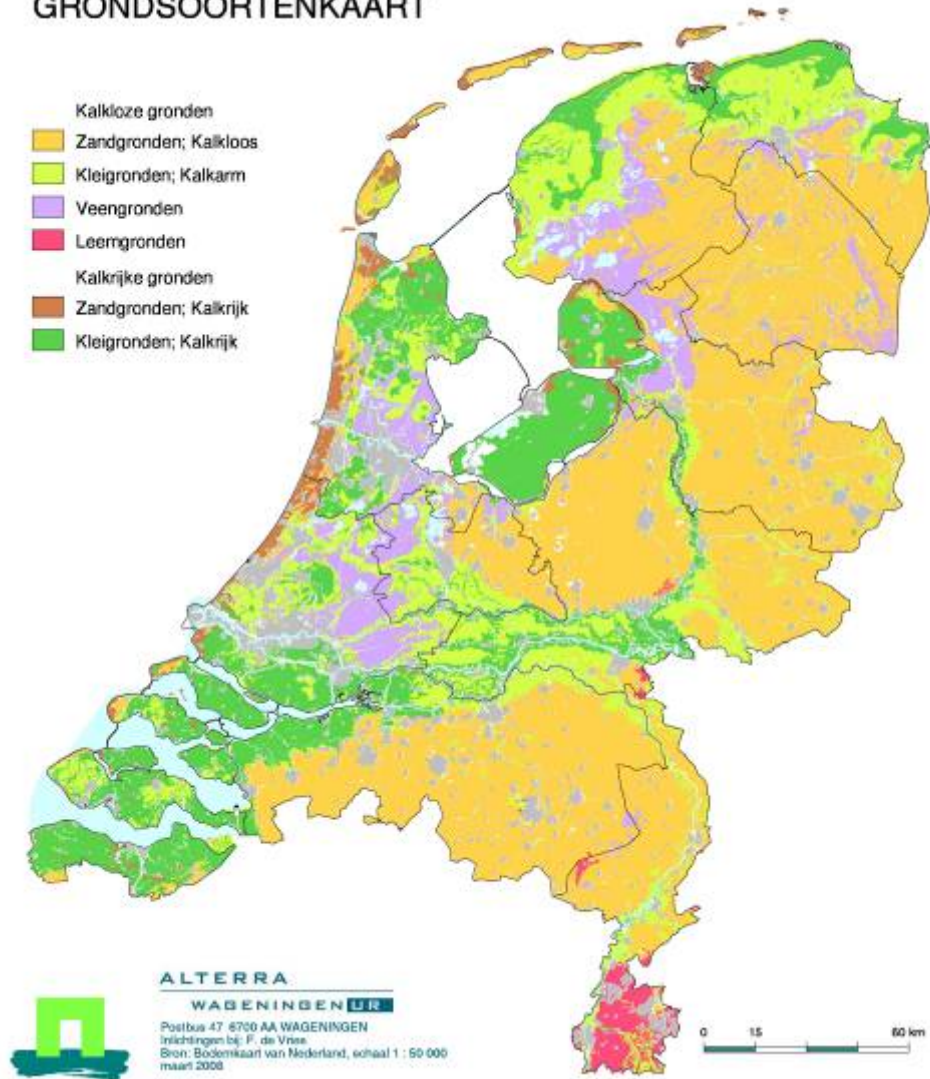
Meststof	Grasland		Akkerbouw		Areeal gewogen gemiddelde
	pH < 7.3	pH > 7.3	pH < 7.3	pH > 7.3	
Ammoniumsulfaat	11	16	9	14	11
Ureum	13	20	12	18	14
Ammonium nitraat	5	7	4	6	5
Calcium ammonium nitraat	2	4	2	3	3
Vloeibare ammoniak	2	3	2	3	2
Overige enkelvoudige N-meststoffen	4	6	4	6	4
N oplossingen	3	5	3	4	3
Ammoniumfosfaten	7	11	7	10	8
Overige NP meststoffen	7	10	6	9	7
Overige NK meststoffen	1	2	1	2	2
Overige NPK meststoffen	7	10	6	9	7
Ammonium bicarbonaat	10	15	9	13	11

In tabel B16.4 worden de emissiefactoren gegeven die worden gebruikt om de NH₃-emissie uit kunstmest in Nederland te berekenen.

Uit deze tabel volgt dat de emissiefactoren behoorlijk afwijken van die van EMEP/CORINAIR, hetgeen wordt veroorzaakt doordat EMEP/CORINAIR een geschatte emissiefactor gebruikt die de helft is van gemeten ammoniakemissie op grasland. De verschillen tussen de nieuwe methode en de methode uit de milieubalans zijn relatief klein. De emissiefactor voor de meest toegepaste kunstmest is echter hoger in de nieuwe methodiek dan in de oude methodiek, waardoor de totale ammoniakemissie uit kunstmest in Nederland toeneemt.

Ook de nieuwe rekenmethodiek voor kunstmest is behept met onzekerheden (oa. doordat in Bouwman *et al.*, 2002 ook resultaten van incubatiestudies en resultaten uit andere werelddelen dan Europa zijn meegenomen). Het wordt aanbevolen in kader van EMEP/CORINAIR de rekenmethodiek voor kunstmest kritisch te beschouwen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de data-set van Bouwman *et al.* (2002). Vooralsnog zullen voor Nederland de in tabel B16.4 gegeven emissiefactoren worden toegepast.

GRONDSOORTENKAART



Figuur B16.1 Kalkrijke en kalkloze gronden in Nederland.

Tabel B16.4 Emissiefactoren (in % van N) voor kunstmest volgens oude methodiek gebruikt in de milieubalans en de in dit rapport afgeleide methodiek.

	EF huidig rapport; gebaseerd op Bouwman <i>et al.</i> , 2002 (in %)	nieuwe EF EMEP/CORINAIR , %	Methode Milieubalans 2005
Ammoniumnitraat	5.2	0.7	2
Ammoniumsulfaat	11.3	4.1	8
Ammoniumsulfaatsalpeter	8.2	2.4	5
Chilisalpeter	0.0	0.0	2
Diammoniumfosfaat	7.4	4.1	5
Gemengde stikstofmeststof	2.5	0.7	5
Kalisalpeter	0.0	0.0	2
Kalkammonsalpeter	2.5	0.7	2
Kalksalpeter	0.0	0.0	2
Monoammoniumfosfaat	7.4	4.1	2
Overige NPK,- NP- en NK-meststoffen	4.5	0.7	5
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen	2.5	0.7	5
Stikstofmagnesia	2.5	0.7	2
Ureum	14.3	11.3	15
Vloeibare ammoniak	2.3	3.3	4
Zwavel gecoatete ureum	7.1	5.6	15

Literatuur

- Bouwman A.F., L.J.M. Bouman & N.H. Batjes (2002) Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024
- Harrison, R. and Webb, J. (2001) A Review of the effect of N fertilizer form on gaseous N emissions. *Advances in Agronomy*, 73, 65-108.
- Oenema, O. & Velthof, G.L. (1993) Ammonia volatilization from compound nitrogen-sulfur fertilizers. In: *Optimization of plant nutrition*, M.A.C. Fragoso, M.L. van Beusichem (eds.). Kluwer, Dordrecht (1993) 341-349.
- Sommer, S.G., J. K. Schjoerring and O. T. Denmead (2004) Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. *Advances in Agronomy*, Volume 82, 557 – 622.
- Vermoesen, A; Demeyer, P; Hofman, G; Cleemput, O-van (1992) Field measurements of ammonia volatilization upon application of different NH₄-fertilizers and urea. *Pedologie* 42: 119-128.

Bijlage 17 Gasvormige emissies uit stallen, opslag en weide in 2005

Gasvormige stikstofverliezen in stal, opslag en tijdens beweiding (min kg N) in 2005

Diercategorie	Dunne mest						Vaste mest						N-NH3 verlies beweiding			N-mest uit stal en opslag			TAN-mest uit stal en opslag			N-mest uit stal en opslag (N-org)
	NH3-verliezen (N)			Overige N-verliezen			NH3-verliezen (N)			Overige N-verliezen			factor	verlies	dunne mest	vaste mest	totaal	dunne mest	vaste mest	totaal		
	Stal	Opslag	Stal+ opslag	Stal	Opslag	Stal+ opslag	Stal	Opslag	Stal+ opslag	Stal	Opslag	Stal+ opslag										
RUNDVEE																						
<i>Melk- en fokvee</i>																						
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0.78	0.05	0.83	0.12	0.06	0.18	0.09	0.01	0.10	0.15	0.09	0.24	0.03	0.21	9.21	0.80	10.01	5.99	0.40	6.39	3.61	
mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0.09	0.01	0.09	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	-	1.01	0.09	1.10	0.64	0.04	0.68	0.42	
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	1.54	0.10	1.64	0.23	0.12	0.35	0.17	0.03	0.20	0.30	0.18	0.48	0.03	0.43	17.52	1.49	19.01	11.90	0.80	12.70	6.31	
mannelijk jongvee, 1-2 jaar	0.12	0.01	0.13	0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	-	1.30	0.11	1.41	0.89	0.06	0.95	0.46	
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0.22	0.01	0.24	0.03	0.02	0.05	0.02	0.00	0.03	0.04	0.03	0.07	0.03	0.06	2.52	0.21	2.73	1.71	0.11	1.83	0.91	
melk- en kalkkoeien	10.99	0.68	11.67	1.63	0.81	2.43	0.18	0.03	0.22	0.39	0.23	0.61	0.03	0.85	127.51	2.02	129.53	74.10	0.77	74.87	54.66	
stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	0.08	0.00	0.09	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	-	0.88	0.08	0.96	0.61	0.04	0.65	0.31	
<i>Vlees- en weidevee</i>																						
vleeskalveren, voor de witveesproductie	1.19	-	1.19	0.07	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	5.29	-	5.29	3.35	-	3.35	1.95	
vleeskalveren, voor de roseveesproductie	0.39	-	0.39	0.06	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-	5.00	2.55	-	2.55	2.45	
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	-	-	-	-	-	-	0.07	0.01	0.08	0.13	0.08	0.21	0.03	0.02	-	0.68	0.68	-	0.34	0.34	0.34	
mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	0.22	0.01	0.23	0.02	0.01	0.03	-	-	-	-	-	-	0.03	-	1.54	-	1.54	0.81	-	0.81	0.73	
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	-	-	-	-	-	-	0.14	0.02	0.16	0.25	0.15	0.40	0.03	0.04	-	1.25	1.25	-	0.67	0.67	0.58	
mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	0.36	0.01	0.38	0.03	0.02	0.05	-	-	-	-	-	-	0.03	-	2.50	-	2.50	1.31	-	1.31	1.18	
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	-	-	-	-	-	-	0.05	0.01	0.06	0.09	0.05	0.14	0.03	0.01	-	0.44	0.44	-	0.24	0.24	0.20	
mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	0.06	0.00	0.07	0.01	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.44	-	0.44	0.23	-	0.23	0.21	
zoog-, mest- en weidekoeien	-	-	-	-	-	-	0.62	0.07	0.69	0.82	0.46	1.28	0.03	0.17	-	3.97	3.97	-	1.89	1.89	2.08	
SCHAPEN EN GEITEN																						
vrouwelijke schapen (excl. lammeren)	-	-	-	-	-	-	0.24	0.01	0.25	0.23	0.08	0.31	0.03	0.20	-	1.13	1.13	-	0.52	0.52	0.61	
melkgeiten	-	-	-	-	-	-	0.24	-	0.24	0.80	-	0.80	-	-	2.01	2.01	-	0.67	0.67	1.34		
PAARDEN EN PONY'S																						
paarden	-	-	-	-	-	-	0.31	0.01	0.32	0.41	0.09	0.50	0.03	0.06	-	2.10	2.10	-	1.28	1.28	0.82	
ponys	-	-	-	-	-	-	0.10	0.00	0.11	0.09	0.02	0.11	0.03	0.02	-	0.44	0.44	-	0.26	0.26	0.18	
VARKENS																						
vleesvarkens	9.67	0.37	10.04	0.74	0.23	0.97	-	-	-	-	-	-	-	-	54.50	-	54.50	35.04	-	35.04	19.45	
opfokzeugen en -beren	0.62	0.02	0.64	0.04	0.01	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	3.16	-	3.16	2.08	-	2.08	1.08	
zeugen	4.00	0.11	4.11	0.30	0.06	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	23.92	-	23.92	14.47	-	14.47	9.46	
opfokberen 50 kg en meer	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	-	0.08	0.05	-	0.05	0.03	
deknijpe beren	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	0.32	0.23	-	0.23	0.09	
PLUIMVEE																						
ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken	-	-	-	-	-	-	0.43	-	0.43	0.10	-	0.10	-	-	-	0.19	0.19	-	0.01-	0.01-	0.21	
ouderdieren van slachtrassen, 18 weken en ouder	-	-	-	-	-	-	1.48	-	1.48	0.55	-	0.55	-	-	-	1.94	1.94	-	1.06	1.06	0.87	
leghennen, jonger dan 18 weken	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.57	0.08	0.65	0.19	0.12	0.31	-	-	0.30	2.16	2.45	0.20	1.28	1.49	0.97	
leghennen, 18 weken en ouder	0.10	0.01	0.12	0.02	0.02	0.04	2.81	0.48	3.28	0.99	0.83	1.82	-	-	1.47	15.88	17.35	1.08	10.84	11.93	5.43	
vleeskuikens	-	-	-	-	-	-	3.33	-	3.33	0.29	-	0.29	-	-	-	20.41	20.41	-	13.20	13.20	7.21	
jonge eenden voor de slacht	-	-	-	-	-	-	0.19	-	0.19	0.28	-	0.28	-	-	-	0.45	0.45	-	0.18	0.18	0.28	
kalkoenen	-	-	-	-	-	-	0.52	-	0.52	0.31	-	0.31	-	-	-	1.43	1.43	-	0.77	0.77	0.65	
KONIJNEN EN PELSДИEREN																						
Konijnen (voedsters)	-	-	-	-	-	-	0.11	-	0.11	0.00	-	0.00	-	-	-	0.28	0.28	-	0.16	0.16	0.12	
Nertsen (moederdieren)	0.24	-	0.24	0.02	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60	-	1.60	1.04	-	1.04	0.56	
Vossen (moederdieren)	0.01	-	0.01	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.03	0.02	-	0.02	0.01	
Totaal	30.81	1.41	32.22	3.38	1.37	4.75	11.70	0.77	12.47	6.45	2.44	8.88	0.56	2.08	260.11	59.56	319.66	158.31	35.59	193.90	125.76	

Bijlage 18

Ammoniakemissie na toediening van mest in 2005

N-verliezen aanwending GRASLAND	Aan- wending	Fractie N-min	Techniek												N-verlies totaal	
			mestinjectie en zodenbemester ¹⁾				sleufrouter ²⁾			sleepvoeten ³⁾			bovengronds ³⁾			
			aandeel	VP-N-min	N-verlies		aandeel	VP-N-min	N-verlies	aandeel	VP-N-min	N-verlies	aandeel	VP-N-min		N-verlies
			mln kg N	%	%	mln kg N	%	%	mln kg N	%	%	mln kg N	%	%		mln kg N
Mestproducerende bedrijven																
Graasdiermest																
- dunne mest	155.7	0.60	56%	19.0%	10.1	16%	22.5%	3.4	27%	26.0%	6.4	2%	74.0%	0.0	19.9	
- vaste mest	2.4	0.48	0%	19.0%	0.0	0%	22.5%	0.0	0%	26.0%	0.0	100%	100.0%	1.2	1.2	
Varkensmest	1.8	0.63	90%	19.0%	0.2	4%	22.5%	0.0	5%	26.0%	0.0	1%	74.0%	0.0	0.2	
Pluimveemest (incl. konijnen en pelsdieren)	0.6	0.65	56%	19.0%	0.0	2%	22.5%	0.0	23%	26.0%	0.0	19%	74.0%	0.1	0.1	
Overige bedrijven																
Graasdiermest (dunne mest)	0.0	0.60	72%	19.0%	0.0	12%	22.5%	0.0	13%	26.0%	0.0	3%	74.0%	0.0	0.0	
Graasdiermest (vaste mest)	0.0	0.48	0%	19.0%	0.0	0%	22.5%	0.0	0%	26.0%	0.0	100%	100.0%	0.0	0.0	
Varkensmest	16.7	0.63	72%	19.0%	1.4	12%	22.5%	0.3	13%	26.0%	0.4	3%	74.0%	0.2	2.3	
Pluimveemest (incl. konijnen en pelsdieren)	0.0	0.65	0%	19.0%	0.0	0%	22.5%	0.0	0%	26.0%	0.0	100%	74.0%	0.0	0.0	
Totaal	177.2														23.7	

N-verliezen aanwending BOUWLAND	Aan- wending	Fractie N-min (NMI)	Techniek												N-verlies totaal				
			mestinjectie/volledig bedekken ⁴⁾				sleepvoeten ⁵⁾			onderwerken in 1 werkgang			onderwerken in 2 werkgangen ⁶⁾			bovengronds ⁶⁾			
			aandeel	VP-N-min	N-verlies		aandeel	VP-N-min	N-verlies	aandeel	VP-N-min	N-verlies	aandeel	VP-N-min		N-verlies	aandeel	VP-N-min	N-verlies
			mln kg N	%	%	mln kg N	%	%	mln kg N	%	%	mln kg N	%	%		mln kg N	%	%	mln kg N
Mestproducerende bedrijven																			
Graasdiermest																			
- dunne mest	17.9	0.60	32%	2.0%	0.1	7%	26.0%	0.3	38%	22.0%	0.9	36%	0.0	0%	69.0%	0.0	1.3		
- vaste mest	11.8	0.48	0%	2.0%	0.0	0%	26.0%	0.0	0%	22.0%	0.0	97%	46.0%	2.5	3%	69.0%	0.1	2.7	
Varkensmest	4.1	0.63	46%	2.0%	0.0	2%	26.0%	0.0	28%	22.0%	0.2	23%	46.0%	0.3	1%	69.0%	0.0	0.5	
Pluimveemest (incl. konijnen en pelsdieren)	0.8	0.65	21%	2.0%	0.0	2%	26.0%	0.0	23%	22.0%	0.0	48%	46.0%	0.1	6%	69.0%	0.0	0.2	
Overige bedrijven																			
Graasdiermest (dunne mest)	0.0	0.60	48%	2.0%	0.0	10%	26.0%	0.0	41%	22.0%	0.0	1%	46.0%	0.0	0%	69.0%	0.0	0.0	
Graasdiermest (vaste mest)	0.0	0.48	0%	2.0%	0.0	0%	26.0%	0.0	0%	22.0%	0.0	87%	46.0%	0.0	13%	69.0%	0.0	0.0	
Varkensmest	59.1	0.63	48%	2.0%	0.4	10%	26.0%	1.0	41%	22.0%	3.4	1%	46.0%	0.2	0%	69.0%	0.1	4.9	
Pluimveemest (incl. konijnen en pelsdieren)	26.4	0.65	0%	2.0%	0.0	0%	26.0%	0.0	0%	22.0%	0.0	87%	46.0%	6.8	13%	69.0%	1.6	8.4	
Totaal	120.1																	18.0	

1) Factor voor zodenbemester (bijlage 14). Mestinjectie is door vd Hoek beschouwd als zodenbemester (vd Hoek - Milieubalans 2001 en 2002, pag 38).

2) Het gemiddelde van sleepvoeten en zodenbemester.

3) Het aandeel van overige technieken is evenredig verdeeld over sleepvoeten en bovengronds aanwendingen.

4) Gelijk gesteld aan de factor voor volledig bedekken in bijlage 14.

5) Deze methode is feitelijk niet toegestaan bij bouwland. De emissiefactor is gelijk gesteld aan de factor voor bij grasland.

6) Het aandeel van overige technieken is evenredig verdeeld over onderwerken in 2 werkgangen en bovengronds aanwendingen.

N.B. De mest van pluimvee, konijnen en pelsdieren betreft in vrijwel alle gevallen niet-verpompbare mest. Bij de mestproducerende bedrijven is er van uitgegaan dat de implementatie van toedieningstechnieken correct is opgegeven en dat dus een deel van de mest van pluimvee, konijnen en pelsdieren drijfmest betreft, die is aangewend met een techniek die alleen voor drijfmest geschikt is. Bij bedrijven die mest aanvoeren is er van uitgegaan dat de aangevoerde mest van pluimvee, konijnen en pelsdieren betrekking heeft op droge mest die alleen bovengronds wordt toegevend door middel van onderwerken in 2 werkgangen.

Bijlage 19 Ammoniakemissie na toediening van kunstmest in 2005

Kunstmeststikstof en vervluchtigingsfactoren per product, 2005

Productnaam	Totaal toegediend in Nederland (1 000 kg N)	Emissiefactor % van toegediende N	NH ₃ -emissie (mln kg N)
Ammoniumnitraat	3293	4.8%	0.2
Ammoniumsulfaat	29298	10.4%	3.0
Ammoniumsulfaatsalpeter	4826	7.6%	0.4
Chilisalpeter	355	0.0%	0.0
Diammoniumfosfaat	1295	6.9%	0.1
Gemengde stikstofmeststof	8095	2.3%	0.2
Kalisalpeter	780	0.0%	0.0
Kalkammonsalpeter	174526	2.3%	4.0
Kalksalpeter	155	0.0%	0.0
Monoammoniumfosfaat	30	6.9%	0.0
Overige NPK, - NP- en NK-meststoffen	41935	4.1%	1.7
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen	3826	2.3%	0.1
Stikstofmagnesia	5561	2.3%	0.1
Ureum	5271	13.2%	0.7
Vloeibare ammoniak	0	2.2%	0.0
Zwavel gecoat ureum	0	6.6%	0.0
Niet nader genoemde producten	0	0.0%	0.0
Totaal	279246		10.5

Bijlage 20 Handreiking voor berekeningen van toekomstscenario's

Bronno de Haan (PBL) en Marga Hoogeveen (LEI)

Definitie Handreiking

De handreiking bestaat uit twee onderdelen:

- Verstrek informatie over parameters die van waarde veranderen en waarvan de verandering relevant is voor de totale emissie.
- Voorzie die parameter van een trend, opdat de lezer/gebruiker kan zien of de (veronderstelde of geconstateerde) verandering plausibel is.

Relevant is een verschil van 2 kton in de totale ammoniakemissie of 5% afwijking in de emissie per diercategorie of kunstmestemissie.

De EmissieRegistratie gebruikt hiervoor een drempel van 1% op de totale emissie tussen twee opeenvolgende jaren. Voor een raming of scenario zijn de verschillen tussen basis en raming/scenario waarschijnlijk nog groter. Door een ruimere marge te kiezen beperken we ons tot de meest relevante verschillen en wordt de lijst met parameters niet onnodig lang.

Doel

Het doel van deze handreiking voor het opstellen van emissieramingen en scenario's is het vergroten van consistentie en transparantie. Het protocol voor de emissieberekening gaat uit van tientallen emissie-bepalende factoren, die uiteenlopen van het aantal vleesvarkens tot de intensiteit van de beweiding. Al die parameters kunnen gedurende de looptijd van de raming cq. het scenario een trend vertonen. De parameters kunnen onderling afhankelijk zijn. Doordat er zoveel – combinaties van - factoren zijn is het voor de gebruiker van de raming cq. scenario's moeilijk te achterhalen welke veronderstelling welk gevolg voor de emissie heeft.

Verhaallijn en groeipaden

Onder een raming wordt hier een inschatting van milieudrukontwikkelingen verstaan op een relatief korte termijn (minder dan 10 jaar), zoals voor de NH₃-emissies in 2010 (wanneer het NEC-doel gerealiseerd moet zijn). Dit om onderscheid te maken met de meer lange termijn toekomstverkenningen waarbij het om perioden van 30 jaar of meer gaat. Een verschil is dat er bij verder weg liggende verkenningen alternatieve scenario's en bijbehorende verhaallijnen worden opgesteld, waarmee de inherente onzekerheid van mogelijke toekomst worden afgedekt. Voor korte termijn ramingen wordt het opnemen van alternatieve scenario's minder relevant gevonden, vooral omdat scenario's op die termijn onderling nog weinig verschillen te zien geven. Daarom wordt meestal gekozen voor een meest waarschijnlijk (of robuust) groeipad. Hiermee wordt een basis gelegd (een referentiebeeld) waartegen allerlei varianten worden afgezet, bijvoorbeeld met aanvullend beleid.

Het zal bij een raming ("wat gaat er gebeuren") om het verschil tussen zichtjaar en beginjaar gaan, maar ook om het verschil met een eerdere raming. Bij scenario's gaat het om de specifieke veronderstelling van een groep parameters ("wat kan er gebeuren als"). De emissie bepalende factoren worden per bron – beweiding, stal, opslag, uitrijden – in de voorafgaande hoofdstukken gepresenteerd. Deze handreiking vraagt om duidelijkheid over de relevante veronderstellingen die de raming cq. het scenario onderscheiden van eerdere berekeningen.

In het referentiescenario ammoniakemissie 2010 (Hoogeveen *et al.*, 2003) wordt zo'n analyse gepresenteerd.

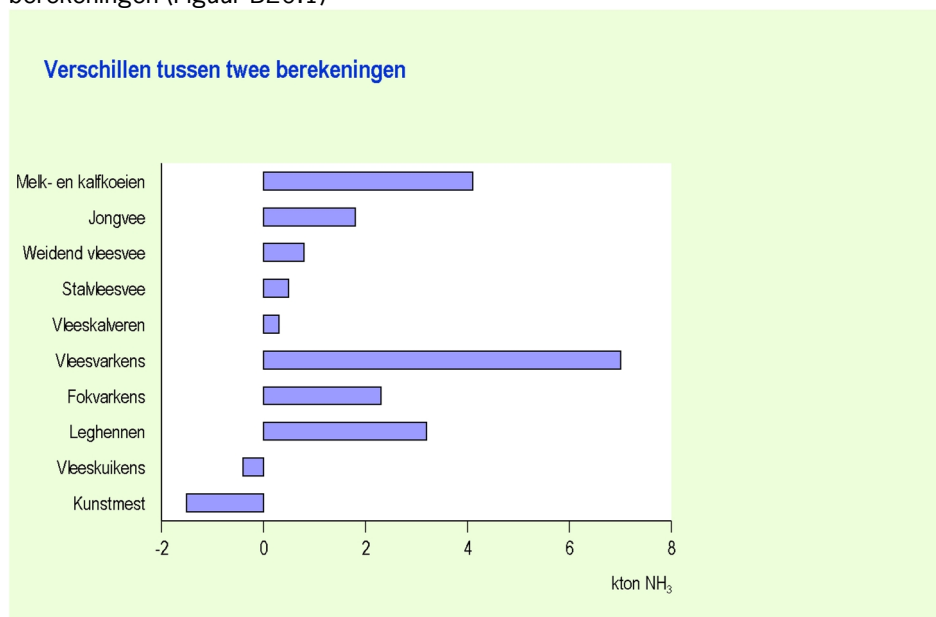
Stappenplan

Omdat er zoveel parameters zijn, is het ondoenlijk om de effecten op de emissies van alle veranderende parameters te berekenen. De handreiking beveelt aan om stapsgewijs de onderliggende verschillen in de emissie verklarende parameters te zoeken en om informatie te geven opdat de lezer kan beoordelen of de trends in de parameters plausibel zijn voor de groeipaden cq. de verhaallijnen.

De volgende stappen moeten worden genomen:

Stap 1.

Geef een overzicht van de emissies per diercategorie (+ kunstmest) van de twee berekeningen (Figuur B20.1)



Figuur B20.1 Presentatie van de verschillen tussen twee berekeningen (twee ramingen of twee scenario's). Grote verschillen moeten in een stappenplan toegelicht worden.

Aan deze lijst van categorieën kunnen eventueel de volgende worden toegevoegd:

- Bedrijfsstructuur (grond en/of dieren per bedrijf);
- Ontwikkelingen in mestopslag;
- Export van dierlijke mest;
- Verwerking, bewerking van dierlijke mest;
- Dierlijke mest die de landbouw verlaat (particulieren, hobby, natuurterreinen);

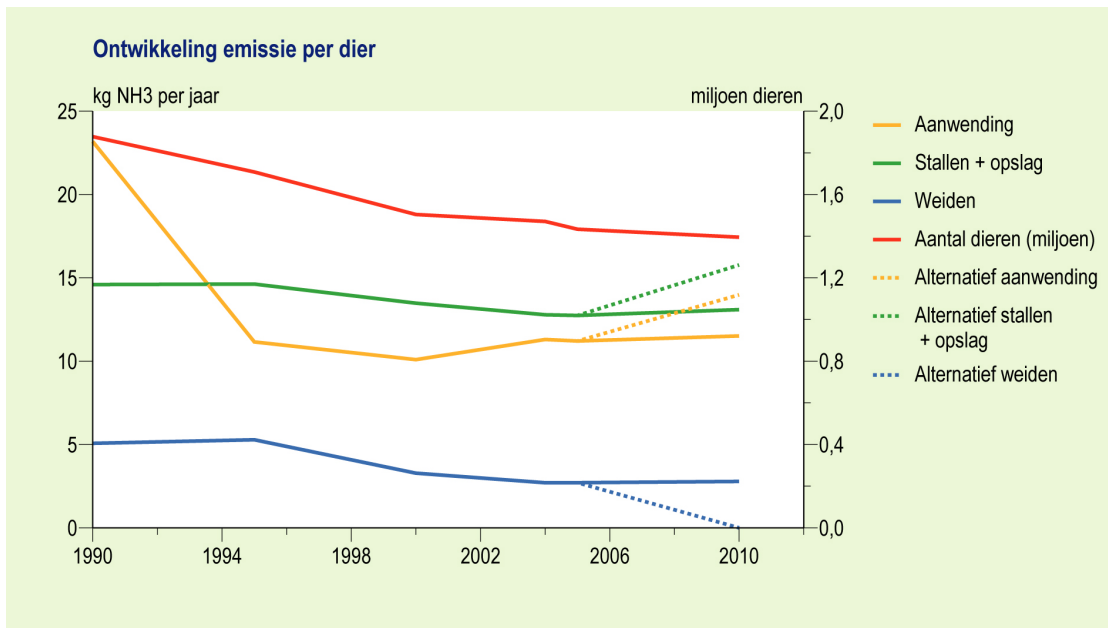
Daarnaast kan overwogen worden om niet alleen de verschillen in ammoniakvervluchtiging te laten zien, maar ook verschillen in overige gasvormige stikstofverliezen cq. in de netto bodembelasting.

Stap 2.

Selecteer de diercategorieën met grote verschillen (5% of meer) tussen de berekeningen met betrekking tot emissies van ammoniak, overige gasvormige stikstofverliezen en netto bodembelasting.

Stap 3

Geef een overzicht van de historie en de uitkomst van de berekeningen van het aantal dieren en de emissiefactoren (NH₃ per dier per jaar)(Figuur B20.2)



Figuur B20.2, Trends in de emissies per melkkoe per jaar gebaseerd op berekeningen voor het referentiescenario's met beweiding en het alternatieve scenario met 100% permanent opstallen in 2010.

Indien voermaatregelen worden bestudeerd, kunnen niet alleen de verschillen in ammoniakvervluchtiging gepresenteerd worden, maar ook verschillen in stikstofexcretie per dier.

Stap 4

Selecteer de emissiebronnen waar zich een verandering/afwijking tussen de berekeningen manifesteert.

Stap 5

Geef een overzicht van de trends of veronderstellingen in deze emissie verklarende factoren.

Samenvattend

Bij de presentatie van twee of meer berekeningen – ramingen of scenario's – worden stapsgewijs de verschillen in de emissies van de diercategorieën onderzocht en vervolgens, voor zover relevant, wordt ingegaan op de geconstateerde en veronderstelde trends in de dieraantallen en emissiefactoren. Ten slotte wordt het onderzoek gefaciliteerd naar de plausibiliteit van de onderliggende emissieverklarende factoren.

Verschenen documenten in de reeks Rapporten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu sinds 2005

WOT-rapporten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

WOT-rapporten zijn ook te downloaden via de WOT-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

- 1 *Wamelink, G.W.W., J.G.M. van der Gref-van Rossum & R. Jochem (2005).* Gevoeligheid van LARCH op vegetatieverandering gesimuleerd door SUMO
- 2 *Broek, J.A. van den (2005).* Sturing van stikstof- en fosforverliezen in de Nederlandse landbouw: een nieuw mestbeleid voor 2030
- 3 *Schrijver, R.A.M., R.A. Groeneveld, T.J. de Koeijer & P.B.M. Berentsen (2005).* Potenties bij melkveebedrijven voor deelname aan de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer
- 4 *Henkens, R.J.H.G., S. de Vries, R. Jochem, R. Pouwels & M.J.S.M. Reijnen, (2005).* Effect van recreatie op broedvogels op landelijk niveau; Ontwikkeling van het recreatiemodel FORVISITS 2.0 en koppeling met LARCH 4.1
- 5 *Ehlert, P.A.I. (2005).*Toepassing van de basisvrachtbenadering op fosfaat van compost; Advies
- 6 *Veeneklaas, F.R., J.L.M. Donders & I.E. Salverda (2006).*Verrommeling in Nederland
- 7 *Kistenkas, F.H. & W. Kuindersma (2005).* Soorten en gebieden; Het groene milieurecht in 2005
- 8 *Wamelink, G.W.W. & J.J. de Jong (2005).* Kansen voor natuur in het veenweidegebied; Een modeltoepassing van SMART2-SUMO2, MOVE3 en BIODIV
- 9 *Runhaar, J., J. Clement, P.C. Jansen, S.M. Hennekens, E.J. Weeda, W. Wamelink, E.P.A.G. Schouwenberg (2005).* Hotspots floristische biodiversiteit
- 10 *Cate, B. ten, H.Houweling, J. Tersteeg & I. Verstegen (Samenstelling) (2005).* Krijgt het landschap de ruimte? – Over ontwikkelen en identiteit
- 11 *Selnes. T.A., F.G. Boonstra & M.J. Bogaardt (2005).* Congruentie van natuurbeleid tussen bestuurslagen
- 12 *Leneman, H., J. Vader, E. J. Bos en M.A.H.J. van Bavel (2006).* Groene initiatieven in de aanbidding. Kansen en knelpunten van publieke en private financiering
- 13 *Kros, J, P. Groenendijk, J.P. Mol-Dijkstra, H.P. Oosterom, G.W.W. Wamelink (2005).* Vergelijking van SMART2SUMO en STONE in relatie tot de modellering van de effecten van landgebruikverandering op de nutriëntenbeschikbaarheid
- 14 *Brouwer, F.M, H. Leneman & R.G. Groeneveld (2007).* The international policy dimension of sustainability in Dutch agriculture
- 15 *Vreke, J., R.I. van Dam & F.H. Kistenkas (2005).* Provinciaal instrumentarium voor groenrealisatie
- 16 *Dobben, H.F. van, G.W.W. Wamelink & R.M.A. Wegman (2005).* Schatting van de beschikbaarheid van nutriënten uit de productie en soortensamenstelling van de vegetatie. Een verkennende studie
- 17 *Groeneveld, R.A. & D.A.E. Dirks (2006).* Bedrijfseconomische effecten van agrarisch natuurbeheer op melkveebedrijven; Perceptie van deelnemers aan de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer
- 18 *Hubeek, F.B., F.A. Geerling-Eiff, S.M.A. van der Kroon, J. Vader & A.E.J. Wals (2006).* Van adoptiekip tot duurzame stadswijk; Natuur- en milieueducatie in de praktijk
- 19 *Kuindersma, W., F.G. Boonstra, S. de Boer, A.L. Gerritsen, M. Pleijte & T.A. Selnes (2006).* Evalueren in interactie. De mogelijkheden van lerende evaluaties voor het Milieu- en Natuurplanbureau
- 20 *Koeijer, T.J. de, K.H.M. van Bommel, M.L.P. van Esbroek, R.A. Groeneveld, A. van Hinsberg, M.J.S.M. Reijnen & M.N. van Wijk (2006).* Methodiekontwikkeling kosteneffectiviteit van het natuurbeleid. De realisatie van het natuurdoel 'Natte Heide'
- 21 *Bommel, S. van, N.A. Aarts & E. Turnhout (2006).* Over betrokkenheid van burgers en hun perspectieven

- op natuur
- 22 *Vries, S. de & Boer, T.A. de, (2006)*. Toegankelijkheid agrarisch gebied voor recreatie: bepaling en belang. Veldinventarisatie en onderzoek onder in- en omwonenden in acht gebieden
 - 23 *Pouwels, R., H. Sierdsema & W.K.R.E. van Wingerden (2006)*. Aanpassing LARCH; maatwerk in soortmodellen
 - 24 *Buijs, A.E., F. Langers & S. de Vries (2006)*. Een andere kijk op groen; beleving van natuur en landschap in Nederland door allochtonen en jongeren
 - 25 *Neven, M.G.G., E. Turnhout, M.J. Bogaardt, F.H. Kistenkas & M.W. van der Zouwen (2006)*. Richtingen voor Richtlijnen; implementatie Europese Milieurichtlijnen, en interacties tussen Nederland en de Europese Commissie
 - 26 *Hoogland, T. & J. Runhaar (2006)*. Neerschaling van de freatische grondwaterstand uit modelresultaten en de Gt-kaart
 - 27 *Voskuilen, M.J. & T.J. de Koeijer (2006)*. Profiel deelnemers agrarisch natuurbeheer
 - 28 *Langeveld, J.W.A. & P. Henstra (2006)*. Waar een wil is, is een weg; succesvolle initiatieven in de transitie naar duurzame landbouw
 - 29 *Kolk, J.W.H. van der, H. Korevaar, W.J.H. Meulenkamp, M. Boekhoff, A.A. van der Maas, R.J.W. Oude Loohuis & P.J. Rijk (2007)*. Verkenningen duurzame landbouw. Doorwerking van wereldbeelden in vier Nederlandse regio's
 - 30 *Vreke, J., M. Pleijte, R.C. van Apeldoorn, A. Corporaal, R.I. van Dam & M. van Wijk (2006)*. Meerwaarde door gebiedsgerichte samenwerking in natuurbeheer?
 - 31 *Groeneveld, R.A., R.A.M. Schrijver & D.P. Rudrum (2006)*. Natuurbeheer op veebedrijven: uitbreiding van het bedrijfsmodel FIONA voor de Subsidieregeling Natuurbeheer
 - 32 *Nieuwenhuizen, W., M. Pleijte, R.P. Kranendonk & W.J. de Regt (2008)*. Ruimte voor bouwen in het buitengebied; de uitvoering van de Wet op de Ruimtelijke Ordening in de praktijk
 - 33 *Boonstra, F.G., W.W. Buunk & M. Pleijte (2006)*. Governance of nature. De invloed van institutionele veranderingen in natuurbeleid op de betekenisverlening aan natuur in het Drents-Friese Wold en de Cotswolds
 - 34 *Koomen, A.J.M., G.J. Maas & T.J. Weijtschede (2007)*. Veranderingen in lijnvormige cultuurhistorische landschapselementen; Resultaten van een steekproef over de periode 1900-2003
 - 35 *Vader, J. & H. Leneman (redactie) (2006)*. Draggers landelijk gebied; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
 - 36 *Bont, C.J.A.M. de, C. van Bruchem, J.F.M. Helming, H. Leneman & R.A.M. Schrijver (2007)*. Schaalvergroting en verbreding in de Nederlandse landbouw in relatie tot natuur en landschap
 - 37 *Gerritsen, A.L., A.J.M. Koomen & J. Kruit (2007)*. Landschap ontwikkelen met kwaliteit; een methode voor het evalueren van de rijksbijdrage aan een beleidsstrategie
 - 38 *Luijt, J. (2007)*. Strategisch gedrag grondeigenaren; Van belang voor de realisatie van natuurdoelen.
 - 39 *Smits, M.J.W. & F.A.N. van Alebeek, (2007)*. Biodiversiteit en kleine landschapselementen in de biologische landbouw; Een literatuurstudie.
 - 40 *Goossen, C.M. & J. Vreke. (2007)*. De recreatieve en economische betekenis van het Zuiderpark in Den Haag en het Nationaal Park De Hoge Veluwe
 - 41 *Cotteleer, G., Luijt, J., Kuhlman, J.W. & C. Gardebroek, (2007)*. Oorzaken van verschillen in grondprijzen. Een hedonische prijsanalyse van de agrarische grondmarkt
 - 42 *Ens B.J., N.M.J.A. Dankers, M.F. Leopold, H.J. Lindeboom, C.J. Smit, S. van Breukelen & J.W. van der Schans (2007)*. International comparison of fisheries management with respect to nature conservation
 - 43 *Janssen, J.A.M. & A.H.P. Stumpel (red.) (2007)*. Internationaal belang van de nationale natuur; Ecosystemen, Vaatplanten, Mossen, Zoogdieren, Reptielen, Amfibieën en Vissen
 - 44 *Borgstein, M.H., H. Leneman, L. Bos-Gorter, E.A. Brassler, A.M.E. Groot & M.F. van de Kerkhof (2007)*. Dialogen over verduurzaming van de Nederlandse landbouw. Ambities en aanbevelingen vanuit de sector
 - 45 *Groot, A.M.E., M.H. Borgstein, H. Leneman, M.F. van de Kerkhof, L. Bos-Gorter & E.A. Brassler (2007)*. Dialogen over verduurzaming van de Nederlandse landbouw. Gestructureerde sectorialogen als

- onderdeel van een monitoringsmethodiek
- 46 *Rijn, J.F.A.T. van & W.A. Rienks (2007)*. Blijven boeren in de achtertuin van de stedeling; Essays over de duurzaamheid van het platteland onder stedelijke druk: Zuidoost-Engeland versus de provincie Parma
 - 47 *Bakker, H.C.M. de, C.S.A. van Koppen & J. Vader (2007)*. Het groene hart van burgers; Het maatschappelijk draagvlak voor natuur en natuurbeleid
 - 48 *Reinhard, A.J., N.B.P. Polman, R. Michels & H. Smit (2007)*. Baten van de Kaderrichtlijn Water in het Friese Merengebied; Een interactieve MKBA vingeroefening
 - 49 *Ozinga, W.A., M. Bakkenes & J.H.J. Schaminée (2007)*. Sensitivity of Dutch vascular plants to climate change and habitat fragmentation; A preliminary assessment based on plant traits in relation to past trends and future projections
 - 50 *Woltjer, G.B. (met bijdragen van R.A. Jongeneel & H.L.F. de Groot) (2007)*. Betekenis van macro-economische ontwikkelingen voor natuur en landschap. Een eerste oriëntatie van het veld
 - 51 *Corporaal, A., A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée en H.P.J. Huiskes (2007)*. Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen ?
 - 52 *Oerlemans, N., J.A. Guldemond & A. Visser (2007)*. Meerwaarde agrarische natuurverenigingen voor de ecologische effectiviteit van Programma Beheer; Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 3
 - 53 *Leneman, H., J.J. van Dijk, W.P. Daamen & J. Geelen (2007)*. Marktonderzoek onder grondeigenaren over natuuraanleg: methoden, resultaten en implicaties voor beleid. Achtergronddocument bij 'Evaluatie omslag natuurbeleid'
 - 54 *Velthof, G.L. & B. Fraters (2007)*. Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgronden.
 - 55 *Broek, J.A. van den, G. van Hofwegen, W. Beekman & M. Woittiez (2007)*. Options for increasing nutrient use efficiency in Dutch dairy and arable farming towards 2030; an exploration of cost-effective measures at farm and regional levels
 - 56 *Melman, Th.C.P., C. Grashof-Bokdam, H.P.J. Huiskes, W. Bijkerk, J.E. Plantinga, Th. Jager, R. Haveman & A. Corporaal (2007)*. Veldonderzoek effectiviteit natuurgericht beheer van graslanden. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 2
 - 57 *Bakel, P.J.T. van, H.Th.L. Massop, J.G. Kroes, J. Hoogewoud, R. Pastoors, & T. Kroon (2008)*. Actualisatie hydrologie voor STONE 2.3. Aanpassing randvoorwaarden en parameters, koppeling tussen NAGROM en SWAP, en plausibiliteitstoets
 - 58 *Brus, D.J. & G.B.M. Heuvelink (2007)*. Towards a Soil Information System with quantified accuracy. Three approaches for stochastic simulation of soil maps
 - 59 *Verburg, R.W. H. Leneman, B. de Knegt & J. Vader (2007)*. Beleid voor particulier natuurbeheer bij provincies. Achtergronddocument bij 'Evaluatie omslag natuurbeleid'
 - 60 *Groenestein, C.M., C. van Bruggen, P. Hoeksma, A.W. Jongbloed & G.L. Velthof (2008)*. Nadere beschouwing van stalbalansen en gasvormige stikstofverliezen uit de intensieve veehouderij
 - 61 *Dirkx, G.H.P., F.J.P. van den Bosch & A.L. Gerritsen (2007)*. De weerbarstige werkelijkheid van ruimtelijke ordening. Casuïstiek Natuurbalans 2007
 - 62 *Kamphorst, D.A. & T. Selnes (2007)*. Investeringsbudget Landelijk Gebied in natuurbeleid. Achtergrond-document bij Natuurbalans 2007
 - 63 *Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, L. Sebek, M.C.J. Smits, J. Oenema (2007)*. De ammoniakemissie van de Nederlandse melkveehouderij bij een management gelijk aan dat van de deelnemers aan 'Koeien & Kansen'
 - 64 *Vries, S. de, T.A. de Boer, C.M. Goossen & N.Y. van der Wulp (2008)*. De beleving van grote wateren; de invloed van een aantal 'man-made' elementen onderzocht
 - 65 *Overbeek, M.M.M., B.N. Somers & J. Vader (2008)*. Landschap en burgerparticipatie.
 - 66 *Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, J.N. Bosma (2008)*. Synthese monitoring mestmarkt 2006.
 - 67 *Slangen, L.H.G., N. B.P. Polman & R. A. Jongeneel (2008)*. Natuur en landschap van rijk naar provincie; delegatie door Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG).
 - 68 *Klijn, J.A., m.m.v. M.A. Slingerland & R. Rabbinge (2008)*. Onder de groene zoden: verdwijnt de landbouw uit Nederland en Europa? Feiten, cijfers, argumenten, verwachtingen, zoekrichtingen voor

oplossingen.

- 69** *Kamphorst, D.A., M. Pleijte, F.H. Kistenkas & P.H. Kersten (2008).* Nieuwe Wet ruimtelijke ordening: nieuwe bestuurscultuur? Voorgenomen provinciale inzet van de nieuwe Wet ruimtelijke ordening (Wro) voor het landelijk gebied.
- 70** *Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen. J.F.M. Huijsmans (2009).* Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland
- 71** *Bakker, H.C.M., J.C. Dagevos & G. Spaargaren (2008).* Duurzaam consumeren; Maatschappelijke context en mogelijkheden voor beleid
- 72** *Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, J.N. Bosma (2008).* Synthese monitoring mestmarkt 2007.
- 73** *Koeijer, T.J. de, K.H.M. van Bommel, J. Clement, R.A. Groeneveld, J.J. de Jong, K. Oltmer, M.J.S.M. Reijnen & M.N. van Wijk (2008).* Kosteneffectiviteit terrestrische Ecologische Hoofdstructuur; Een eerste verkenning van mogelijke toepassingen.
- 74** *Boer, S. de, W. Kuindersma, M.W. van der Zouwen, J.P.M. van Tatenhove (2008).* De Ecologische Hoofdstructuur als gebiedsopgave. Bestuurlijk vermogen, dynamiek en diversiteit in het natuurbeleid
- 75** *Wulp, N.Y. van der (2008).* Belevingswaardenmonitor Nota Ruimte 2006; Nulmeting Landschap naar Gebieden
- 76** *Korevaar, H., W.J.H. Meulenkamp, H.J. Agricola, R.H.E.M. Geerts, B.F. Schaap en J.W.H. van der Kolk (2008).* Kwaliteit van het landelijk gebied in drie Nationale Landschappen
- 77** *Breeman, G.E. en A. Timmermans (2008).* Politiek van de aandacht voor milieubeleid; Een onderzoek naar maatschappelijke dynamiek, politieke agendavorming en prioriteiten in het Nederlandse Milieubeleid
- 78** *Bommel, S. van, E. Turnhout, M.N.C. Aarts & F.G. Boonstra (2008).* Policy makers are from Saturn, ... Citizens are from Uranus...; Involving citizens in environmental governance in the Drentsche Aa area
- 79** *Aarts, B.G.W., L. van den Bremer, E.A.J. van Winden en T.K.G. Zoetebier (2008).* Trendinformatie en referentiewaarden voor Nederlandse kustvogels
- 80** *Schrijver, R.A.M., D.P. Rudrum & T.J. de Koeijer (2008).* Economische inpasbaarheid van natuurbeheer bij graasdierbedrijven
- 81** *Densen, L.T., M.J. van Overzee (2008).* Vijftig jaar visserij en beheer op de Noordzee
- 82** *Meesters, H.W.G., R. ter Hofstede, C.M. Deerenberg, J.A.M. Craeijsmeersch, I.G. de Mesel, S.M.J.M. Brasseur, P.J.H. Reijnders en R. Witbaard (2008).* Indicator system for biodiversity in Dutch marine waters; II Ecoprofiles of indicator species for Wadden Sea, North Sea and Delta area
- 83** *Verburg, R.W., H. Leneman, K.H.M. van Bommel en J. van Dijk (2008).* Helpt boeren de Nationale Landschappen? Een empirische analyse van de landbouw en haar effecten op kernkwaliteiten
- 84** *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, J.A. Guldmond, E.M. Hees en E.A.P. van Well (2008).* Economische en ecologische effectiviteit van gebiedscontracten
- 85** *Schröder, J.J., J.C. van Middelkoop, W. van Dijk en G.L. Velthof (2008).* Quick scan Stikstofwerking van dierlijke mest. Actualisering van kennis en de mogelijke gevolgen van aangepaste forfaits
- 86** *Hoogeveen, M.W. en H.H. Luesink (2008).* Synthese monitoring mestmarkt 2008
- 87** *Langers, F., J. Vreke (2008).* De recreatieve betekenis van de Ecologische Hoofdstructuur. Bijdrage van de EHS aan recreatief gebruik, beleving en identiteit
- 88** *Padt, F.J.G., F.G. Boonstra en M.A. Reudink (2008).* De betekenis van duurzaamheid in gebiedsgericht beleid
- 89** *Hoogland, T., G.B.M. Heuvelink, M. Knotters (2008).* De seizoensfluctuatie van de grondwaterstand in natuurgebieden vanaf 1985 in kaart gebracht
- 90** *Bouwma, I.M., D.A. Kamphorst, R. Beunen & R.C. van Apeldoorn (2008).* Natura 2000 Benchmark; A comparative analysis of the discussion on Natura 2000 management issues
- 91** *Vries, S. de, J. Maas & H. Kramer, 2009.* Effecten van nabije natuur op gezondheid en welzijn; mogelijke mechanismen achter de relatie tussen groen in de woonomgeving en gezondheid.

Wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

