

**RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE
BILTHOVEN**

Rapport nr. 773004003

**Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in
Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992**

K. W. van der Hoek

Mei 1994

Deze studie werd verricht in opdracht en ten laste van de Directie Lucht en Energie van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, in het kader van het project Landbouwemissies.

VERZENDLIJST

- 1 Directeur Lucht en Energie
- 2 Directeur-Generaal Milieubeheer, Ir. M.E.E. Enthoven
- 3 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, Dr.Ir. B.C.J. Zoeteman
- 4 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, Mr. G.J.R. Wolters
- 5 Drs. M.M. Dorenbosch (DGM/DWL)
- 6 H.J. Haanstra (DGM/DWL)
- 7 Mr. V.G. Keizer (DGM/LE)
- 8 Ir. J. van der Kolk (DGM/DWL)
- 9 Ir. S.M. Smeulders (DGM/LE)
- 10 Dr. W.A.H. Asman (Nat Environm Research Inst, Denmark)
- 11 Ir. A.M. Burger (LNV/POM)
- 12 Drs. M.M. van Eerdt (CBS)
- 13 Ir. N. Jonkhof (Groen Label)
- 14 Dr.Ir. H. Korevaar (IKC-Veehouderij)
- 15 Ing. H.H. Luesink (LEI-DLO)
- 16 Dr.Ir. C.L.J. van der Meer (LNV/DWT)
- 17 Drs. P.C. Meeuwissen (Heidemij Advies BV)
- 18 Dr. C.S.M. Olsthoorn (CBS)
- 19 J. Oosthoek (IMAG-DLO)
- 20 Ir. A.C.M. van Straaten (LNV/VZ)
- 21 Ing. J.H. Uenk (Landelijke Mestbank)
- 22 Drs. O. van de Velde (RIZA)
- 23 Ir. H.A.C. Verkerk (LNV/VZ)
- 24 Ir. J.H. Voorburg (IMAG-DLO)
- 25-43 Werkgroep Landbouwemissies
- 44 Depôt Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
- 45 Directie RIVM
- 46 Dr. R.M. van Aalst
- 47 Drs. J.M.M. Aben
- 48 Prof.Dr.Ir. C. van den Akker
- 49 Ir. A.H.M. Bresser
- 50 Ir. N.D. van Egmond
- 51 Ir. P.M. van Egmond
- 52 Dr. J.W. Erisman
- 53 Ir. G.J. Heij
- 54 Ir. N.J.P. Hoogervorst
- 55 Drs. L.H.M. Kohsiek
- 56 Ing. A.A.M. Kusse
- 57 Drs. R.J.M. Maas
- 58 Drs. R. Reiling
- 59 Drs. J.P.M. Ros
- 60 Dr. R. Thomas
- 61 Drs. A. Tiktak
- 62 Drs. W.J. Willems
- 63 Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
- 64 Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
- 65-66 Bibliotheek RIVM
- 67 Auteur
- 68-150 Reserve-exemplaren

VERANTWOORDING

Het eindresultaat van alle berekeningen over ammoniakemissie bestaat slechts uit één getal, bijvoorbeeld voor het jaar 1992 werd voor Nederland 170 miljoen kg ammoniak uitstoot berekend. Er is echter veel informatie nodig over een veelvoud van onderwerpen die een rol spelen bij de verschillende ammoniakbronnen. Het uiteindelijke resultaat, één enkel cijfer, kon alleen bereikt worden dankzij de inzet van veel collega's. Met name wil ik hier graag noemen: M.M. van Eerdt (CBS) voor haar hulp bij de excretiecijfers van de landbouwhuisdieren, N.J.P. Hoogervorst en P.M. van Egmond (MTV) voor alle discussies, H.H. Luesink (LEI-DLO) voor de berekeningen met de LEI mest- en ammoniakmodellen, de collega's van LAE en LLO voor de discussies over de industriële en buitenlandse ammoniakbronnen en tenslotte A.A.M. Kusse (LAE) voor de conversie van alle emissiegegevens naar een 5 bij 5 km roostervlak en de vervaardiging van de ammoniakemissiekaarten en J.G.W. Verlouw (LBG) voor de vervaardiging van de graslandkaart.

De auteur.

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST	ii
VERANTWOORDING	iii
INHOUDSOPGAVE	iv
ABSTRACT	v
FIGUUR 1	
FIGUUR 2	
SAMENVATTING	1
1 INLEIDING	3
2 BEREKENINGSMETHODIEK AMMONIAKEMISSIE OP HOOFDLIJNEN	5
3 MINERALENEXCRETIE DOOR LANDBOUWHUISDIEREN	7
4 BEREKENINGSMETHODIEK AMMONIAKEMISSIE IN DETAIL	19
4.1 AMMONIAKEMISSIE UIT STALLEN	19
4.2 AMMONIAKEMISSIE UIT MESTOPSLAG	23
4.3 AMMONIAKEMISSIE BIJ BEWEIDING	26
4.4 AMMONIAKEMISSIE BIJ AANWENDING DIERLIJKE MEST	27
4.5 AMMONIAKEMISSIE BIJ AANWENDING KUNSTMEST	31
4.6 AMMONIAKEMISSIE UIT INDUSTRIE	32
4.7 AMMONIAKEMISSIE UIT HUISHOUDENS	34
4.8 AMMONIAKEMISSIE UIT BELGIË EN WEST-DUITSLAND	35
5 RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN	37
5.1 AMMONIAKEMISSIE UIT DIERLIJKE MEST	37
5.2 OVERZICHT AMMONIAKEMISSIE UIT ALLE BRONNEN	42
5.3 STIKSTOFBELASTING VAN DE NEDERLANDSE LANDBOUWBODEM ..	46
LITERATUUR	49

ABSTRACT

This report presents the RIVM methodology for calculating the emission of ammonia. Four ammonia sources, animal manure, application of fertilizer, industrial processes and households, are distinguished.

The ammonia emissions calculated for 1990 - 1992 are summarized in the table below; the 1992 emissions are presented on a 5 x 5 km grid in this report.

Ammonia emissions ($\times 10^6$ kg NH_3) in the Netherlands in the period 1990 - 1992

source	1990	1991	1992
animal manure	188.9	195.3	145.8
- stables and storage	81.5	89.1	88.5
- grazing (meadow)	14.8	16.7	14.5
- application (manure)	92.6	89.5	42.9
application of fertilizer	10.6	10.3	9.4
industrial processes	5.1	4.5	4.5
households	10.4	10.5	10.6
total	215.0	220.6	170.3

Ammonia emission from animal manure and application of fertilizer

Ammonia is released from manure stored in the stable or in a storage facility outside the stable, or from grazing livestock and the application of manure. The amount of nitrogen excreted by the farm animal is an important parameter. Based on statistical data for rations and nutrient content of the feed, the nitrogen excretion for each animal category counted in the annual agricultural census is calculated by the Netherlands Central Bureau of Statistics (CBS). Important parameters are the emission factors for types of stables, manure storage, the application method for manure and the relative share of these. Based on these parameters the national ammonia emission is calculated by the Dutch Agricultural Economics Research Institute (LEI-DLO).

The fertilizer consumption is simultaneously calculated and multiplied by an emission factor to give the ammonia emission.

Application of animal manure

In September 1991 legislation on the application of animal manure using low emission techniques came into force. This holds for all arable land and for grassland on sandy soils for the period up to June 15 each year.

At present, statistical information on application methods for animal manure in practice is not available. Information (in part) is provided through the Heidemij/TNO 'Evaluation Ammonia policy', statistical information on costs for environmental measures in agriculture (CBS) and contact with the agricultural advisory services (IKC-Veehouderij and DLV).

For *grassland* the following assumptions are made in the calculations for 1992:

- it is assumed that manure application to sandy soils is done completely in line with the legislation. Before June 15 nearly all manure applied to sandy soils is done so with low emission techniques, a small part is spread to the surface due to poor accessibility of the land parcels, etc. This is compensated since after June 15 a part of the manure applied to sandy soils is done so with low emission techniques because of the advantages of these methods, like the absence of scorch and no spoilage of taste of the grass.
- for the remaining grassland, it is assumed that 5% of the manure is applied with low emission techniques.

For *arable land* it is assumed that in 1992 all the animal manure is applied with low emission techniques.

Covering animal manure storage facilities outside the stable

CBS statistics for building permits granted reveal that in 1992, 2000 storage facilities for animal manure were built and 2500 storage facilities covered to prevent losses of ammonia. Taking the balance then, 500 existing open silos are now covered with 2000 new covered silos added. The decrease in emissions realized by covering silos is, in this way, in balance with the increase in emissions resulting from the extension of the number of silos.

Ammonia emission from industrial processes, households and abroad

The ammonia emission from industrial processes is taken from the RIVM Studies on Processes in Industry in the Netherlands (SPIN). For households, a fixed emission factor per capita is used. The ammonia emission in Belgium and the western part of Germany is also taken into account because it partly contributes to the ammonia deposition in the Netherlands.

Decrease of the 1992 ammonia emission by 50 million kg

The enforced legislation for low emission techniques both for grassland and arable land forms the main reason for the decrease of the 1992 ammonia emission by 50 million kg. Furthermore, the nitrogen excretion of the Dutch farm animals in 1992 is about 20 million kg lower than in the preceding year.

SAMENVATTING

In dit rapport worden de uitgangspunten en de berekeningsmethodieken gepresenteerd die het RIVM hanteert voor de berekening van de emissie van ammoniak. De volgende vier bronnen zijn hierbij van belang: dierlijke mest, aanwending van kunstmest, industriële processen en huishoudens.

De resultaten van de berekeningen worden in onderstaande tabel samengevat en zijn voor het jaar 1992 voor alle vier ammoniakbronnen ook in kaartvorm in het rapport opgenomen.

Overzicht van ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990 tot en met 1992

bron	1990	1991	1992
dierlijke mest	188,9	195,3	145,8
- stallen en opslag	81,5	89,1	88,5
- beweiding	14,8	16,7	14,5
- mestaanwending	92,6	89,5	42,9
kunstmestaanwending	10,6	10,3	9,4
industriële processen	5,1	4,5	4,5
huishoudens	10,4	10,5	10,6
totaal	215,0	220,6	170,3

emissie in miljoenen kg NH₃

Ammoniakemissie uit dierlijke mest en aanwending van kunstmest

Ammoniak uit dierlijke mest komt op diverse 'emissieplaatsen' vrij: uit in de stal opgeslagen mest, uit mestopslag buiten de stal, tijdens beweiding en tenslotte bij de aanwending van dierlijke mest. De stikstofuitscheiding van de landbouwhuisdieren, welke een belangrijke rol speelt bij ammoniakemissie, is berekend door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) in Voorburg. Deze gegevens en uitgangspunten zoals emissiefactoren en penetratie graden van staltypen, mestopslag en mestaanwendingstechnieken vormen de invoer voor de mest- en ammoniakmodellen van het Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) in Den Haag.

De LEI-modellen leveren ook informatie over het kunstmestverbruik, waarmee vervolgens via een emissiefactor de ammoniakemissie berekend wordt.

Aanwending van dierlijke mest

Met ingang van september 1991 is de regelgeving met betrekking tot mestaanwending aangescherpt. Op bouwland dient alle dierlijke mest emissie-arm aangewend te worden. Voor het grasland op alle zand-, dal- en lössgronden geldt deze verplichting voor de periode tot 15 juni van elk jaar.

Er wordt echter momenteel niet systematisch informatie verzameld over de toepassing van mestaanwendingstechnieken in de praktijk. De volgende bronnen geven (deel)informatie: de Heidemij/TNO Evaluatie van het NH₃-beleid, publikaties van het CBS over milieukosten in de landbouw, contacten met het Informatie en Kennis Centrum Veehouderij (IKC-Veehouderij) en de Dienst Landbouwvoorlichting (DLV). Op basis hiervan zijn inschattingen gemaakt welke methoden van mestaanwending gebruikt zijn.

Voor *grasland* zijn bij de berekeningen voor het jaar 1992 de volgende aannamen gedaan:

- er is vanuit gegaan dat in de aangewezen gebieden de regelgeving voor 100% is nageleefd. Voor 15 juni is bijna alle mest emissie-arm aangewend, een klein deel is bovengronds uitgereden vanwege geringe toegankelijkheid van de percelen enz. Dit wordt gecompenseerd doordat na 15 juni ook een deel van de mest emissie-arm aangewend is vanwege de voordelen die deze techniek biedt: geen verbranding en smaakbederf van gras.
- in de niet aangewezen gebieden is vanwege de voordelen van emissie-arme mestaanwending 5% van de dierlijke mest op deze wijze aangewend.

Voor *bouwland* is voor het jaar 1992 verondersteld dat alle mest conform de regelgeving in één of twee werkgangen werd aangewend: 50% van de dierlijke mest in één werkgang en de overige 50% in twee werkgangen.

Afdekken van mestopslag

Uit de CBS Statistiek 'Verleende Bouwvergunningen' blijkt dat in het jaar 1992 2000 mestopslagen zijn gebouwd en dat 2500 mestopslagen van een afdekking zijn voorzien. Per saldo worden dus 500 open mestopslagen afgedekt en komen er 2000 nieuwe afgedekte mestopslagen bij. De emissievermindering door het afdekken van mestopslagen is hierdoor in evenwicht met de emissietoename door uitbreiding van het aantal mestopslagen.

Ammoniakemissie uit industriële processen, huishoudens en buitenland

Ammoniakemissie uit de industrie wordt ontleend aan de SPIN procesbeschrijvingen en voor de ammoniakemissie van huishoudens wordt een vaste emissiefactor per persoon gebruikt. Omdat de depositie van ammoniak in Nederland voor een deel bepaald wordt door buitenlandse emissies, wordt kort ingegaan op de ammoniakemissie in België en het westelijk deel van West-Duitsland.

Afname van de ammoniakemissie in 1992 met 50 miljoen kg ammoniak.

De verscherpte regelgeving voor mestaanwending, zowel voor grasland als voor bouwland, vormt de voornaamste reden dat de ammoniakemissie in 1992 50 miljoen kg lager is dan in 1991. Verder speelt een rol dat de excretie van de Nederlandse veestapel in 1992 circa 20 miljoen kg stikstof lager is dan in het voorgaande jaar.

1 INLEIDING

De doelstelling van het Nederlandse verzuringsbeleid is de depositie van verzurende stoffen terug te dringen. Voor het jaar 2000 mag de gemiddelde depositie maximaal 2400 mol zuurequivalent per hectare per jaar bedragen, waarvan maximaal 1600 mol afkomstig is van N-verbindingen (NO_y en NH_3). Voor het jaar 2010 is de doelstelling 1400 mol zuur, waarvan 1000 mol uit N-verbindingen. Voor de N-verbindingen is een expliciete doelstelling opgenomen vanwege het eutrofiërende effect van stikstof. Op basis van deze depositiedoelstellingen zijn doelstellingen geformuleerd voor de emissies van verzurende stoffen. De doelstellingen zijn uitgedrukt in reductiepercentages ten opzichte van 1980.

Voor ammoniak is afgesproken dat in 2000 de emissie met minimaal 50%, en zo mogelijk met 70%, verminderd dient te zijn ten opzichte van 1980. De totale ammoniakemissie bedroeg in 1980 251 miljoen kg, waarvan 224 miljoen uit dierlijke mest en 10 miljoen uit kunstmesttoewending (NMP, 1989).

In dit rapport wordt de berekeningsmethodiek gepresenteerd die het RIVM hanteert voor de ammoniakemissie. Deze methode is gebruikt voor de opeenvolgende jaren:

- 1989 basisjaar van de Tweede Nationale Milieuverkenning (RIVM, 1991a);
- 1990 basisjaar van de Derde Nationale Milieuverkenning (RIVM, 1993a);
- 1991 en 1992.

Dit rapport is als volgt opgebouwd.

De berekeningsmethodiek van ammoniakemissie wordt in hoofdlijnen beschreven in hoofdstuk 2.

Omdat de ammoniakemissie uit dierlijke mest voor een deel afhankelijk is van de hoeveelheid stikstof in de mest, wordt in hoofdstuk 3 nader ingegaan op de stikstofuitscheiding door de landbouwhuisdieren.

Een uitgebreide bespreking van alle ammoniakbronnen volgt in hoofdstuk 4. Omdat de ammoniakdepositie in Nederland mede bepaald wordt door ammoniakemissies in het naburige buitenland, wordt ook aan deze ammoniakbron aandacht geschonken.

De resultaten van alle berekeningen worden in hoofdstuk 5 gepresenteerd en voorzien van commentaar.

De uitgangspunten, gebruikt voor het jaar 1989 zijn uitvoerig gedocumenteerd in Hoogervorst (1991). Dit rapport beschrijft de uitgangspunten voor de jaren 1990, 1991 en 1992.

2 BEREKENINGSMETHODIEK AMMONIAKEMISSIE OP HOOFDLIJNEN

Voor de ammoniakdepositie in Nederland zijn de volgende ammoniakbronnen verantwoordelijk:

- dierlijke mest;
- aanwending van kunstmest;
- industriële processen;
- huishoudens;
- buitenlandse bronnen, met name in België en West-Duitsland.

In dit hoofdstuk zal op hoofdlijnen aangegeven worden hoe de ammoniakemissie uit dierlijke mest berekend wordt. Een gedetailleerde uitwerking hiervan en van de overige ammoniakbronnen volgt in de hoofdstukken 3 en 4.

Verder wordt in dit hoofdstuk de conversie van alle emissiegegevens naar een 5 bij 5 km roostervlak besproken.

■ *ammoniakemissie uit dierlijke mest*

De vervluchtiging van ammoniak uit dierlijke mest is van vele factoren afhankelijk: het stikstofgehalte in de mest, de ligging van het evenwicht ammoniak-ammonium in de mest en tenslotte het contactoppervlak mest en lucht en de blootstellingsduur.

Uitgangspunt is de stikstofexcretie per diersoort, berekend voor de gemiddelde situatie voor een bepaald jaar. De stikstofexcretie wordt berekend als het verschil tussen opgenomen stikstof met het voer en de vastlegging in de dierlijke produkten. Deze zogenoemde 'balansmethode' houdt rekening met jaarlijkse veranderingen in voerverbruik, stikstofgehalte in het voer, enz. Een deel van de uitgescheiden stikstof zal in de stal als ammoniak vervluchtigen zodat de mest die in de mestopslag in de stal bewaard wordt, minder stikstof bevat. Ook tijdens de mestopslag buiten de stal zal een deel van de stikstof vervluchtigen. Tenslotte zal van de resterende stikstof in de mest tijdens aanwending nog een deel vervluchtigen. De emissie op de verschillende 'emissieplaatsen' is afhankelijk van de hoeveelheid stikstof in de mest. De emissiefactoren worden daarom uitgedrukt in een percentage van de nog aanwezige stikstof in de mest. Op deze manier wordt er rekening mee gehouden dat een emissiebeperking in de stal een emissietoename kan betekenen bij mest-aanwending.

De excretie per diersoort en de verschillende emissiefactoren zoals boven omschreven vormen de invoergegevens voor de LEI mest- en ammoniakmodellen. Gecombineerd met gegevens uit de Landbouwtelling die op bedrijfsniveau beschikbaar zijn, berekenen deze modellen zowel de mestproduktie en de plaatsingsruimte voor mest per bedrijf als ook de emissie van ammoniak. Uit de mestproduktie en de plaatsingsruimte wordt per bedrijf het overschot of de resterende plaatsingsruimte bepaald. Vervolgens vindt aggregatie plaats op

gebiedsniveau, waarna met een lineair programmeringsmodel een nationaal-economische afweging gemaakt wordt om alle mestoverschotten op een verantwoorde wijze af te zetten. Het model minimaliseert de totale kosten van transport en verwerking van mest op landelijk niveau, na aftrek van de opbrengsten. Het gaat daarbij om transport en distributie van onbehandelde of verwerkte mest in het gebied zelf, in een ander gebied of buiten Nederland (Luesink en Van der Veen, 1989). De ammoniakemissie die optreedt bij aanwending van mest wordt uiteraard toegerekend aan het gebied waar de aanwending plaatsvindt. De LEI-modellen leveren emissiegegevens op gemeenteniveau.

De in dit rapport gebruikte excretiefactoren, emissiefactoren, penetratiegraden enz. zijn landelijk gemiddelde waarden. Op regionaal en bedrijfsniveau kunnen afwijkingen voorkomen.

■ *conversie naar 5 bij 5 km roostervlak*

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en van kunstmesttoewending is beschikbaar op gemeenteniveau, terwijl het RIVM-depositiemodel invoergegevens nodig heeft op een roostervlak van 5 bij 5 km. De conversie van gemeenteniveau naar 5 bij 5 km roostervlak is als volgt uitgevoerd. De ammoniakemissie per gemeente is eerst homogeen verdeeld over het agrarisch grondgebruik binnen die gemeente: grasland, mais- en bouwland. Daarna is de emissie per 5 bij 5 km roostervlak gesommeerd. Op deze wijze wordt aan niet-emitterende oppervlakten, zoals bossen, heide en andere natuurgebieden, oppervlaktewateren en bebouwing, ook geen ammoniakemissie toegekend (Erisman, 1989).

De ammoniakemissie uit de industrie is toegerekend aan de werkelijke produktielocaties.

Bij de huishoudens vormt de CBS bevolkingsstatistiek op gemeenteniveau de basis voor de conversie naar 5 bij 5 km roostervlak. De ammoniakemissie uit de huishoudens is evenredig over alle inwoners verdeeld. Per gemeente is de ammoniakemissie homogeen verdeeld over haar gehele grondoppervlak en vervolgens is de emissie per 5 bij 5 km roostervlak gesommeerd.

3 MINERALENEXCRETIE DOOR LANDBOUWHUISDIEREN

Het stikstofgehalte in de dierlijke mest is één van de factoren die de vervluchtiging van ammoniak uit mest beïnvloeden. In dit hoofdstuk wordt daarom nader ingegaan op de hoeveelheden stikstof die landbouwhuisdieren uitscheiden. Eerst wordt kort ingegaan op de noodzaak om met getallen te werken waarover in brede kring consensus bestaat. Daarna komen enkele algemene aspecten van excretieberekeningen aan de orde en tenslotte worden voor rundvee, vleesvee, varkens en pluimvee excretiecijfers gepresenteerd.

■ *uniformering excretiecijfers*

Vanwege de grote hoeveelheid mestcijfers die in omloop zijn, is medio 1992 de werkgroep Uniformering mest- en mineralencijfers van start gegaan met als doel consensus te bereiken over de mest- en mineralenproductie van landbouwhuisdieren. De werkgroep bestaat uit de 'producenten' van mestcijfers, terwijl de 'gebruikers' de begeleidingscommissie vormen. De werkgroep heeft inmiddels een tussenrapportage over de varkenshouderij uitgebracht (zie verder bij de paragraaf 'excretiecijfers varkens') en in de voorzomer 1994 wordt de rapportage over de rundvee- en pluimveehouderij verwacht.

Het RIVM heeft voor de jaren 1989 tot en met 1992 gebruik gemaakt van de zogenoemde balansmethode om de excretie van landbouwhuisdieren te berekenen. Deze methode wordt ook door het CBS toegepast en is inmiddels overgenomen door de werkgroep Uniformering. Voor het jaar 1990 is vrijwel volledig aangesloten bij de excretieberekeningen die het CBS voor dat jaar heeft gepubliceerd en voor de jaren 1991 en 1992 heeft het CBS op verzoek van het RIVM excretieberekeningen uitgevoerd. Omdat de discussies in de werkgroep Uniformering nog niet afgerond zijn, kunnen er kleine verschillen optreden tussen de in dit rapport gebruikte excretiecijfers en de binnenkort te verschijnen excretiecijfers van de werkgroep Uniformering.

■ *algemene aspecten van excretieberekeningen*

Bij de excretieberekeningen spelen vier kengetallen een belangrijke rol: de hoeveelheid opgenomen voer, de mineralengehalten daarin, de hoeveelheid dierlijke produkten en de mineralengehalten daarvan. Kengetallen over hoeveelheden opgenomen voer en dierlijke produkten worden ontleend aan technisch-economische administraties zoals TEA en aan het LEI-boekhoudnet. De mineralengehalten in de dierlijke produkten zoals vlees en levende dieren zijn vrij constant. De mineralengehalten van het krachtvoer berekent het CBS op grond van statistische gegevens over beschikbaarheid van krachtvoedergrondstoffen. Per diersoort worden de mineralengehalten van krachtvoer berekend op basis van de mineraleninhoud van de gebruikte grondstoffen en van toevoegingen zoals voederfosfaat.

Tabel 1 Berekening excretie van melkkoeien 1990

jaar 1989/1990		stal kg	weide kg	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei		15	15	30	25,0	7,4	1,7	
kalf		19	19	38	25,0	7,4	1,7	
melk		3025	3025	6050	5,3	0,9	1,5	
weidegras	ds	0	1890	1890	37,7	4,4	32,5	10
graskuil	ds	1237	0	1237	28,6	3,7	30,2	11
maiskuil	ds	743	248	991	13,6	2,5	15,0	4
totaal ruwvoer	ds	1980	2138	4118				
snijmaiskern								
krachtvoer eiwitrijk								
krachtvoer overig								
krachtvoer vochtrijk	ds							
totaal krachtvoer		1080	880	1960	25,5	4,6	13,3	25

jaar 1989/1990			N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer		jaar	170,1	24,4	139,7	85
vastlegging		jaar	33,8	6,0	9,2	4
excretie		jaar	136,3	18,4	130,5	81
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		jaar		42,2	157,3	
toevoer via voer		stal	73,0	11,4	62,9	43
vastlegging		stal	16,9	3,0	4,6	2
excretie		stal	56,1	8,4	58,3	41
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		stal		19,3	70,2	
toevoer via voer		weide	97,1	13,0	76,8	42
vastlegging		weide	16,9	3,0	4,6	2
excretie		weide	80,2	10,0	72,3	40
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		weide		22,9	87,1	

stalperiode loopt van nov-april, weideperiode loopt van mei-okt
Bron: van Eerd, 1992

Bij de excretieberekeningen wordt voor de volledigheid ook de uitscheiding van P, K en koper (Cu) gegeven. De fosfaatexcretie speelt ondermeer een rol bij de vaststelling of er sprake is van een mestoverschot op bedrijfsniveau. De kopergehalten in het kracht- en mengvoer zijn ontleend aan van Eerdt en Stiggelbout (1992). De koperexcretie is berekend op basis van 5% vastlegging in de dierlijke producten.

■ *excretiecijfers rundvee*

De excretiecijfers voor melkkoeien worden in de tabellen 1, 2 en 3 gepresenteerd voor de jaren 1990, 1991 en 1992 (dit komt overeen met de boekjaren 1989/1990, 1990/1991 en 1991/1992). De cijfers voor het jaar 1990 zijn volledig ontleend aan het CBS, voor de jaren 1991 en 1992 zijn ze berekend volgens de methode beschreven in van Eerdt (1990, 1992).

In de tabellen wordt steeds in het eerste blok de dierlijke productie aangegeven: in de stal, in de weide en op jaarbasis, gevolgd door de mineralengehalten. Het volgende blok geeft de voedermiddelen weer, zowel verbruik als de mineralengehalten.

De daaropvolgende drie blokken geven een berekening van de stikstof-, fosfaat- en kali-excretie als zijnde het verschil tussen toevoer via voer en vastlegging in de dierlijke producten. De veranderingen in 1991 en 1992 hebben met name betrekking op de hoeveelheden voedermiddel en het mineralengehalte daarvan.

Van de totale beschikbare hoeveelheid rundveekrachtvoer en ruwvoer is het voer voor jongvee en vleesvee (zie de volgende paragraaf) afgetrokken en het resterende krachtvoer en ruwvoer is gelijkelijk verdeeld over alle koeien. De excretieberekeningen zijn dus gebaseerd op een gemiddeld rantsoen, dit wil zeggen dat bijvoorbeeld alle maiskuil die beschikbaar was voor melkvee, evenredig over alle melkkoeien is verdeeld. Deze werkwijze betekent dat op een bedrijf met bijvoorbeeld andere hoeveelheden maiskuil in het rantsoen, de excretiecijfers anders kunnen liggen. Met het gemiddelde rantsoen wordt de voederbehoefte van de melkkoe (uitgedrukt in kVEM) in 1990, 1991 en 1992 ruimschoots gedekt, namelijk 112%, 109% en 108% van de behoefte.

Voor het jongvee zijn geen excretieberekeningen uitgevoerd omdat de LEI mest- en ammoniakmodellen ervan uitgaan dat jongvee op basis van de forfaitaire fosfaatproductienormen omgerekend wordt naar melkkoeien (zie ook tabel 23). Eigen berekeningen tonen aan dat hiermee slechts een fout van enkele procenten wordt gemaakt.

Tabel 2 Berekening excretie van melkkoeien 1991

jaar 1990/1991	stal kg	weide kg	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	15	15	30	25,0	7,4	1,7	
kalf	19	19	38	25,0	7,4	1,7	
melk	3000	3000	6000	5,5	0,9	1,5	
weidegras	ds 0	2040	2040	37,7	4,4	32,5	10
graskuil	ds 1350	0	1350	31,9	3,7	32,9	11
maiskuil	ds 623	208	831	15,0	1,7	14,1	4
totaal ruwvoer	ds 1973	2248	4221				
snijmaiskern	92	0	92	55,0	8,7	30,0	25
krachtvoer eiwitrijk	38	0	38	32,7	5,1	15,4	25
krachtvoer overig	797	759	1556	27,1	4,8	15,4	25
krachtvoer vochtrijk	ds						
totaal krachtvoer	927	759	1686				

jaar 1990/1991		N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	jaar	180,9	23,8	149,7	81
vastlegging	jaar	35,0	5,9	9,1	4
excretie	jaar	145,9	17,9	140,6	77
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	jaar		41,1	169,4	
toevoer via voer	stal	80,3	10,9	68,8	41
vastlegging	stal	17,5	3,0	4,6	2
excretie	stal	62,8	7,9	64,3	39
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	stal		18,1	77,4	
toevoer via voer	weide	100,6	13,0	80,9	40
vastlegging	weide	17,5	3,0	4,6	2
excretie	weide	83,1	10,0	76,4	38
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	weide		23,0	92,0	

stalperiode loopt van nov-april, weideperiode loopt van mei-okt

Bron: van Eerd, 1992 en update voor 1991.

Tabel 3 Berekening excretie van melkkoeien 1992

jaar 1991/1992	stal kg	weide kg	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	15	15	30	25,0	7,4	1,7	
kalf	19	19	38	25,0	7,4	1,7	
melk	3036	3036	6072	5,4	0,9	1,5	
weidegras	ds 0	1880	1880	37,7	4,4	32,5	10
graskuil	ds 1083	0	1083	30,7	3,7	32,9	11
maiskuil	ds 733	244	977	13,1	1,7	14,1	4
totaal ruwvoer	ds 1816	2124	3940				
snijmaiskern	94	0	94	55,0	8,7	30,0	25
krachtvoer eiwitrijk	38	0	38	33,8	5,1	15,8	25
krachtvoer overig	842	797	1639	27,5	4,8	15,8	25
krachtvoer vochtrijk	ds 80	53	133	28,5	2,8	8,0	
totaal krachtvoer	1054	850	1904				

jaar 1991/1992		N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	jaar	172,2	23,2	140,9	79
vastlegging	jaar	34,6	6,0	9,2	4
excretie	jaar	137,6	17,2	131,7	75
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	jaar		39,4	158,7	
toevoer via voer	stal	74,7	10,5	63,3	39
vastlegging	stal	17,3	3,0	4,6	2
excretie	stal	57,4	7,6	58,7	37
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	stal		17,3	70,8	
toevoer via voer	weide	97,5	12,7	77,6	40
vastlegging	weide	17,3	3,0	4,6	2
excretie	weide	80,2	9,7	73,0	38
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O	weide		22,1	87,9	

stalperiode loopt van nov-april, weideperiode loopt van mei-okt
 bij graskuil is N-gehalte inclusief de NH₃-fractie
 Bron: van Eerd, 1992 en update voor 1992.

Tabel 4a Berekening excretie van vleesstieren en vleeskalveren

vleesstieren jaar 1990	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	400	27,0	7,4	1,7	
kunstmelk	32	29,8	7,5	12,2	10
maiskuil ds	1175	13,6	2,5	15,0	4
kalverbrok	334	35,0	6,0	13,3	25
structuurarm ruwvoer ds	250	1,4	0,2	1,0	
krachtvoer	408	29,0	6,0	13,3	25

vleesstieren jaar 1990	N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	40,8	7,7	28,1	23
vastlegging	10,8	3,0	0,7	1
excretie	30,0	4,7	27,4	22
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		10,8	33,1	

Bron: van Eerdt, 1992.

vleesstieren jaar 1991	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	401	27,0	7,4	1,7	
kunstmelk	28	29,8	7,5	12,2	10
maiskuil ds	1142	15,0	1,7	14,1	4
structuurarm ruwvoer ds	489	1,4	0,2	1,0	
vleesstierenvoer	702	35,7	6,0	15,4	25

vleesstieren jaar 1991	N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	43,7	6,5	27,7	22
vastlegging	10,8	3,0	0,7	1
excretie	32,9	3,5	27,1	21
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		8,0	32,6	

Bron: van Eerdt, 1992 en update voor 1991.

Tabel 4b Berekening excretie van vleesstieren en vleeskalveren

vleesstieren jaar 1992	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	406	27,0	7,4	1,7	
kunstmelk	26	29,8	7,5	12,2	10
maiskuil ds	1038	13,1	1,7	14,1	4
structuurarm ruwvoer ds	559	28,6	2,8	8,0	
vleesstierenvoer	708	35,7	6,0	15,8	25

vleesstieren jaar 1992	N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	55,6	7,8	30,6	22
vastlegging	11,0	3,0	0,7	1
excretie	44,6	4,8	29,9	21
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		10,9	36,1	

Bron: van Eerdt, 1992 en update voor 1992.

vleeskalveren jaar 1990	jaar kg	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Cu mg/kg
groei	365	30,2	7,6	1,7	
kunstmelk	675	29,8	7,5	12,2	10

vleeskalveren jaar 1990	N kg	P kg	K kg	Cu g
toevoer via voer	20,1	5,1	8,2	7
vastlegging	11,0	2,8	0,6	1
excretie	9,1	2,3	7,6	6
idem als P ₂ O ₅ en K ₂ O		5,2	9,2	

Bron: van Eerdt, 1992.

Tabel 5 Berekening excretie van vleesvee (vleesstierequivalent)

jaar 1990	aantal	P ₂ O ₅ * kg	N kg	P ₂ O ₅ kg	K ₂ O kg	Cu g
schapen (ooien) weide	818.000		18,6	4,6	22,8	6
idem stal	818.000		3,5	1,1	4,7	2
schapen (ooien) totaal	818.000	5,7	22,1	5,7	27,5	8
zoogkoeien weide	120.000		80,2	22,9	87,1	40
idem stal	120.000		56,1	19,3	70,2	41
zoogkoeien totaal	120.000	41,0	136,3	42,2	157,3	81
geiten	61.000	5,2	16,2	5,2	18,1	11
vleesstieren	598.000	12,6	30,0	10,8	33,1	22
vleesstierequivalenten*	1.383.698	12,6				
werkelijke mestproductie		kton	53,4	16,5	62,3	0,031
vleesstierequivalent 1990		kg/jaar	38,5	11,9	45,0	22
jaar 1991						
schapen (ooien) weide	858.779		18,6	4,6	22,8	6
idem stal	858.779		3,5	1,1	4,7	2
schapen (ooien) totaal	858.779	5,7	22,1	5,7	27,5	8
zoogkoeien weide	139.375		83,1	23,0	92,0	38
idem stal	139.375		62,8	18,1	77,4	39
zoogkoeien totaal	139.375	41,0	145,9	41,1	169,4	77
geiten	70.188	5,2	16,2	5,2	18,1	11
vleesstieren	673.852	13,4	32,9	8,0	32,6	21
vleesstierequivalenten*	1.492.837	13,4				
werkelijke mestproductie		kton	62,6	16,4	70,5	0,033
vleesstierequivalent 1991		kg/jaar	41,9	11,0	47,2	22
jaar 1992						
schapen (ooien) weide	877.452		18,6	4,6	22,8	6
idem stal	877.452		3,5	1,1	4,7	2
schapen (ooien) totaal	877.452	5,7	22,1	5,7	27,5	8
zoogkoeien weide	145.786		80,2	22,1	87,9	38
idem stal	145.786		57,4	17,3	70,8	37
zoogkoeien totaal	145.786	41,0	137,6	39,4	158,7	75
geiten	63.186	5,2	16,2	5,2	18,1	11
vleesstieren	646.173	13,4	44,6	10,9	36,1	21
vleesstierequivalenten*	1.489.999	13,4				
werkelijke mestproductie		kton	69,3	18,1	71,7	0,033
vleesstierequivalent 1992		kg/jaar	46,5	12,2	48,1	22

* forfaitaire fosfaatproduktienorm

■ *excretiecijfers vleesvee*

Tot vleesvee behoren de diercategorieën vleeskalveren, vleesstieren, mest-, weide- en zoogkoeien, schapen en geiten. Voor elk van deze diercategorieën zijn excretieberekeningen uitgevoerd door het CBS (van Eerdt, 1991, 1992).

De berekeningen voor vleeskalveren zijn weergegeven in tabel 4b. Uitgangspunt vormt een groei van 1000 gram per dag en een voederverbruik van 1,85 kg kunstmelk per kg groei. Voor 1991 en 1992 was geen aanleiding deze getallen aan te passen (van Eerdt, 1992).

Bij vleesstieren wordt een iets hogere groei per dag waargenomen, zie hiervoor tabel 4a/b. De gemiddelde rantsoenen voor de verschillende jaren zijn ontleend aan de LEI deelboekhoudingen vleesstieren. De excretiecijfers voor 1992 zijn met name voor stikstof hoger dan in de beide voorgaande jaren omdat nu uitgegaan is van realistische mineralengehalten in het structuurarm ruwvoer (van Eerdt, 1992 en update voor 1991 en 1992).

De excretie van mest-, weide- en zoogkoeien is gelijkgesteld aan die van melkkoeien in het overeenkomstige jaar, zie hiervoor de tabellen 1, 2 en 3 (van Eerdt, 1992).

De excretiecijfers voor schapen en geiten zijn berekend per ooi (volwassen vrouwelijk schaap) en per melkgeit. Dit betekent met name voor schapen dat de excretie van de lammeren en de rammen toegerekend is aan de ooi (van Eerdt, 1991). Voor de jaren 1991 en 1992 zijn dezelfde cijfers aangehouden als voor 1990, zie hiervoor tabel 5.

De LEI mest- en ammoniakmodellen onderscheiden voor 'vleesvee' twee diercategorieën: vleeskalveren en vleesvee. Dit betekent dat een gewogen gemiddelde excretie moet worden berekend voor die diercategorieën die onder vleesvee vallen: vleesstieren, mest-, weide- en zoogkoeien, schapen en geiten.

Deze berekeningen, die voor elk jaar opnieuw uitgevoerd moeten worden, staan weergegeven in tabel 5. Op basis van de werkelijke excretie van de aangegeven diercategorieën is de totale mestproduktie van het vleesvee berekend. Vervolgens zijn op basis van de forfaitaire fosfaatproduktienormen alle dieren omgerekend en gesommeerd tot het totaal aantal vleesstierequivalenten. Tenslotte is het excretiecijfer van een vleesstierequivalent berekend door de totale werkelijke mestproduktie te delen door het totaal aantal vleesstierequivalenten.

Tabel 6 Berekening excretie van vleesvarkens en zeugen met biggen

		vleesvarkens			zeugen met biggen		
		1990	1991	1992	1990	1991	1992
voeropname	kg/dag	2,07	2,04	2,05			
groei	gram/dag	719	711	717			
voeropname	kg/jaar	755	745	748			
vleesproductie	kg/jaar	262	260	262			
aantal gespeende biggen					20,4	18,8	20,5
voeropname big	kg/big				30	30	30
voeropname biggen	kg/jaar				612	564	615
voeropname zeug	kg/jaar				1101	1097	1097
vleesprod biggen/zeug	kg/jaar				558	501	551
varkensvoer	g N/kg	25,8	26,3	26,3			
biggenvoer	g N/kg				28,3	28,4	28,4
zeugenvoer	g N/kg				25,2	25,6	25,6
toevoer via voer	kg N/jaar	19,5	19,6	19,7	45,1	44,1	45,6
vlees	g N/kg	24,0	23,0	23,0	24,0	24,0	24,0
vastlegging	kg N/jaar	6,3	6,0	6,0	13,4	12,0	13,3
excretie	kg N/jaar	13,2	13,6	13,7	31,6	32,1	32,3
varkensvoer	g P/kg	▲ 5,2	5,0	5,0			
biggenvoer	g P/kg				5,9	6,3	6,1
zeugenvoer	g P/kg				5,9	6,4	6,4
toevoer via voer	kg P/jaar	3,9	3,8	3,8	10,1	10,6	10,8
vlees	g P/kg	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1
vastlegging	kg P/jaar	1,3	1,3	1,3	2,8	2,5	2,8
excretie	kg P/jaar	2,6	2,5	2,5	7,3	8,0	8,0
idem in P ₂ O ₅	kg P ₂ O ₅ /jr	5,9	5,6	5,6	16,4	18,4	18,2
alle voer	g K/kg	▼ 12,2	11,7	11,7	▼ 12,2	11,7	11,7
toevoer via voer	kg K/jaar	9,2	8,7	8,8	20,9	19,4	20,0
vlees	g K/kg	2,1	2,0	2,0	2,1	2,3	2,3
vastlegging	kg K/jaar	0,5	0,5	0,5	1,2	1,1	1,2
excretie	kg K/jaar	8,7	8,2	8,2	19,7	18,3	18,8
idem in K ₂ O	kg K ₂ O/jaar	10,4	9,9	9,9	23,8	22,0	22,6
varkensvoer	mg Cu/kg	35	35	35			
biggenvoer *	mg Cu/kg	175	175	175	175	175	175
zeugenvoer *	mg Cu/kg				30	30	30
excretie	g Cu/jaar	44	43	42	133	125	134

▲ = RIVM inschatting voor 1990 op basis van voorlopige resultaten werkgroep Uniformering mestcijfers; van Eerd, 1992 hanteert een lager gehalte

▼ = RIVM inschatting voor 1990 ontleend aan Coppoolse, 1990; van Eerd, 1992 hanteert een lager gehalte

* = RIVM inschattingen, van Eerd en Stiggelbout, 1992 hanteren 160 resp 27 mg Cu/kg voor biggen-voer resp zeugenvoer

Bron: van Eerd, 1992 en update voor 1991 en 1992.

■ *excretiecijfers varkens*

De excretiecijfers in tabel 6 zijn voor het jaar 1990 ontleend aan het CBS, voor de jaren 1991 en 1992 zijn ze berekend volgens de methode beschreven in van Eerd (1992).

De tabel geeft in het eerste blok de kengetallen van de dierlijke productie zoals voeropname en vleesproductie. De daaropvolgende vier blokken geven een berekening van de stikstof-, fosfaat-, kali- en koperexcretie als zijnde het verschil tussen toevoer via voer en vastlegging in de dierlijke produkten.

Recent is de werkgroep Uniformering mest- en mineralencijfers met een tussenrapportage Standaardcijfers varkens 1990 gekomen (Werkgroep Uniformering mest- en mineralencijfers, 1993). Vanwege nieuwe inzichten wijken de daarin vermelde excretiecijfers voor vleesvarkens en zeugen iets af van de cijfers in tabel 6. De tussenrapportage hanteert voor vleesvarkens een 8% hogere stikstofuitscheiding, terwijl voor zeugen de mest 7% meer stikstof en 19% meer fosfaat bevat dan aangegeven in tabel 6.

Bij de LEI mest- en ammoniakmodellen worden opfokzeugen, opfokberen en dekberen via de forfaitaire fosfaatproduktienormen omgerekend naar zeugen (zie ook tabel 23). De biggen tot 25 kg worden niet omgerekend omdat hun mestproductie al toegerekend is aan de zeugen.

■ *excretiecijfers pluimvee*

De berekening van de excretie van pluimvee in tabel 7 is voor het jaar 1990 ontleend aan het CBS en voor de latere jaren berekend volgens de methode beschreven in van Eerd (1992).

De tabel geeft in het eerste blok de kengetallen van de dierlijke productie zoals voeropname en vlees- en eiproductie. De daaropvolgende vier blokken geven een berekening van de stikstof-, fosfaat-, kali- en koperexcretie als zijnde het verschil tussen toevoer via voer en vastlegging in de dierlijke produkten.

Bij de LEI mest- en ammoniakmodellen worden leghennen jonger dan 18 weken, eenden en moederdieren van slachtkuikens via de forfaitaire fosfaatproduktienormen omgerekend naar legpluimvee. Slachtkalkoenen en kalkoenouderdieren worden op deze wijze omgerekend naar slachtpluimvee (zie ook tabel 23).

Tabel 7 Berekening excretie van slachtkuikens en leghennen

		slachtkuikens			legghennen		
		1990	1991	1992	1990	1991	1992
voeropname	kg/kg groei	1,92	1,90	1,91			
groei	gram/dag	41,5	43,3	43,8			
voeropname	kg/jaar	29,1	30,0	30,5	42,0	41,1	41,1
vleesproductie	kg/jaar	15,2	15,8	16,0	0,55	0,55	0,55
eiproductie	kg/jaar				18,5	18,2	18,2
voer	g N/kg	31,8	35,9	35,9	24,9	28,6	28,6
toevoer via voer	kg N/jaar	0,92	1,08	1,10	1,05	1,18	1,18
vlees	g N/kg	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4
eieren	g N/kg				19,2	19,2	19,2
vastlegging	kg N/jaar	0,46	0,48	0,49	0,37	0,37	0,37
excretie	kg N/jaar	0,46	0,60	0,61	0,67	▲ 0,81	0,81
voer	g P/kg	6,5	6,1	6,1	5,7	6,2	6,2
toevoer via voer	kg P/jaar	0,19	0,18	0,19	0,24	0,26	0,26
vlees	g P/kg	4,8	4,8	4,8	6,2	6,2	6,2
eieren	g P/kg				2,0	2,0	2,0
vastlegging	kg P/jaar	0,07	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04
excretie	kg P/jaar	0,12	0,11	0,11	0,20	0,22	0,22
idem in P ₂ O ₃	kg P ₂ O ₃ /jr	0,27	0,25	0,25	0,45	0,49	0,49
voer	g K/kg	▼ 10,3	10,3	10,3	▼ 7,9	9,4	9,4
toevoer via voer	kg K/jaar	0,30	0,31	0,32	0,33	0,39	0,39
vlees	g K/kg	1,5	1,5	1,5	1,85	1,85	1,85
eieren	g K/kg				0,9	0,9	0,9
vastlegging	kg K/jaar	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
excretie	kg K/jaar	0,28	0,29	0,29	0,31	0,37	0,37
idem in K ₂ O	kg K ₂ O/jaar	0,33	0,34	0,35	0,38	0,44	0,44
voer *	mg Cu/kg	25	25	25	25	25	25
excretie	g Cu/jaar	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0

▲ = vanwege een misverstand is in dit rapport echter gerekend met 0,82 kg N

▼ = RIVM inschatting voor 1990 ontleend aan Coppoolse, 1990; van Eerdt, 1992 hanteert lagere gehalten

* = RIVM inschattingen, van Eerdt en Stiggelbout, 1992 hanteren 27 resp 16 mg Cu/kg voor slachtkuikenvoer resp leghennenvoer

Bron: van Eerdt, 1992 en update voor 1991 en 1992.

4 BEREKENINGSMETHODIEK AMMONIAKEMISSIE IN DETAIL

De bronsterkte van een emissie wordt in het algemeen berekend door de omvang van een bepaalde activiteit te vermenigvuldigen met de bijbehorende emissiefactor per eenheid activiteit. Dit hoofdstuk geeft een gedetailleerde beschrijving van de berekeningsmethodiek van de bronsterkte van alle ammoniakbronnen.

4.1 AMMONIAKEMISSIE UIT STALLEN

In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan de orde de verantwoording van de basisgegevens, de berekeningsmethodiek en de pluimveestallen.

■ *basisgegevens stalemissie*

Als basis voor de ammoniakemissie uit stallen en de daarin opgeslagen mest dient de Ecologische Richtlijn 1991. In 1987 werd de Hinderwet uitgebreid met de richtlijn Ammoniak en Veehouderij, ook vaak de Ecologische Richtlijn genoemd (LNV, VROM, 1987). Hiermee werd beoogd om in verzuringsgevoelige gebieden de ammoniakemissie niet onaanvaardbaar te laten toenemen.

De ministeries van LNV en VROM stelden in 1986 een werkgroep Emissiefactoren in, met als opdracht voor alle diercategorieën realistische ammoniakemissies uit stallen vast te stellen. De werkgroep kwam na een screening van toentertijd gangbare cijfers voor ammoniakemissies tot de conclusie dat deze niet voor alle diercategorieën een juist en consistent beeld gaven. De werkgroep besloot tot een balansbenadering zoals die in hoofdstuk 3 van dit rapport is beschreven. Per diercategorie is de stikstofexcretie berekend als verschil van de stikstoftoevoer via het voer en de stikstofvastlegging in vlees, melk en eieren. Op dezelfde wijze is ook de fosfaatexcretie berekend. Tijdens de opslag van de mest in de stal vervluchtigt een deel van de stikstofexcretie. Het restant blijft in de mest. Van de fosfaatexcretie blijft alles in de mest. Met behulp van de fosfaat/stikstof verhouding in de gemiddelde mestsamenstelling is vervolgens de hoeveelheid stikstof van de in de stal bewaarde mest berekend. Deze hoeveelheid is van de stikstofexcretie afgetrokken en het verschil levert de ammoniakemissie op (de Winkel, 1988). In de toelichting bij de Ecologische Richtlijn werd aangegeven dat ondertussen opgestart onderzoek de berekende emissiefactoren verder diende te onderbouwen, dan wel bij te stellen.

In maart 1991 is de Ecologische Richtlijn op een aantal punten herzien (LNV, VROM, 1991). Ondermeer werd een aantal emissiefactoren voor pluimvee en vleesvarkens aangepast en werden nieuwe diercategorieën toegevoegd. Het onderzoek leverde hierbij de volgende bijdrage (Hannessen en van der Hoek, 1992).

Tabel 8 Berekening ammoniak-emissiefactoren voor de stal

	excretie kg N per gad (1986)	bezet- tings- graad in %	stalemissie			voorkomen van staltypen		
			NH ₃	N	%	1990	1991	1992
			kg /dpl	kg /gad	excre- tie			
melkkoeien (stalperiode)	57,45	100	8,8	7,25	12,6	100	100	100
vleesvee	39,47	96	5,7	4,95	12,6	100	100	100
vleeskalveren	8,70	94	1,5	1,31	15,1	100	100	100
vleesvarkens	14,53	88	2,8	2,62	18,0	100	100	100
zeugen met biggen	34,19	100	8,1	6,67	19,5	100	100	100
slachtkuikens	0,506	77	0,050	0,054	10,6	100	100	100
leghennen								
batterij (open opslag)	0,809	97	0,083	0,071	8,7	▲ 31	20	20
bandbatterij (dagontmesting)	0,809	97	0,035	0,030	3,7	▲ 32	40	40
deepitstal	0,809	97	0,386	0,328	40,5	13	10	10
bandbatterij (geforc. droging)	0,809	97	0,035	0,030	3,7	8	10	10
idem met loods	0,809	97	0,035	0,030	3,7	8	11	11
grondhuisvesting	0,809	97	0,178	0,151	18,7	8	9	9
leghennen stalemissie als % excretie						▼ 11,2	9,7	9,7
leghennen aandeel droge mest						37	40	40
opfokleghennen								
batterij (open opslag)					8,7	▲ 41	32	32
bandbatterij (dagontmesting)					3,7	▲ 31	34	34
bandbatterij (geforc. droging)					3,7	14	6	6
grondhuisvesting					18,7	14	28	28
slachtk. ouderdieren < 19 weken								
idem > 19 weken					18,7	100	100	100
eenden					8,7	100	100	100
leghenequivalenten								
batterij (open opslag)					8,7	▲ 28	20	19
bandbatterij (dagontmesting)					3,7	▲ 25	31	31
deepitstal					40,5	9	7	7
bandbatterij (geforc. droging)					3,7	7	7	7
idem met loods					3,7	6	8	8
grondhuisvesting					18,7	25	27	28
leghenequiv. stalemissie als % excretie						▼ 12,2	11,3	11,5
leghenequiv. aandeel droge mest						47	49	50

gad = gemiddeld aanwezig dier

▲ = bij de berekeningen is voor 1990 nog uitgegaan van een oudere inschatting over het voorkomen van deze beide staltypen

▼ = als gevolg hiervan is ook gerekend met iets lagere vervluchtigingspercentages, bij leghennen met 10,2 (ipv 11,2) en bij de leghennenequivalenten met 11,5 (ipv 12,2). De ammoniakemissie van de totale leghennensector is hierdoor met circa 2% onderschat

Bron: zie tekst

Voor pluimvee is in de periode oktober 1986 tot oktober 1987 op 'Het Spelderholt' te Beekbergen onderzoek uitgevoerd naar de ammoniakemissie van een drietal leghennenstallen en een tweetal slachtkuikenstallen. De leghennenstallen verschilden in mestbehandelingssysteem: natte mestopslag onder de batterijen, mestband met tweemaal per week afvoer naar een gesloten put en een mestband met geforceerde mestdroging (Groot Koerkamp, 1990, pag. 41-67).

Voor vleesvarkens werd onderzoek naar de ammoniakemissie uitgevoerd in 1988 en 1989 op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen en op het Varkensproefbedrijf te Sterksel (Verdoes, 1990, pag 73-85; Oosthoek et al, 1991).

Het onderzoek naar de ammoniakemissie van rundveestallen heeft geen aanleiding gegeven om de emissiefactor voor de stalemissie aan te passen (Snel, 1990, pag 23-38; Oosthoek et al, 1991; Kroodsma et al, 1993).

■ *berekeningsmethodiek stalemissie*

Zoals in het voorgaande is aangegeven vormt de Ecologische Richtlijn 1991 de basis voor de stalemissies. De daarin vermelde emissiefactoren zijn opgegeven als kg NH₃ per dierplaats per jaar. De emissiefactoren zijn omgerekend naar kg N en gecorrigeerd voor leegstand tussen twee opeenvolgende rondes en vervolgens uitgedrukt als percentage van de stikstofexcretie per jaar van een gad (gemiddeld aanwezig dier). Hierbij is uitgegaan van de excretiecijfers van het jaar 1986 omdat het merendeel van de emissiefactoren betrekking heeft op de situatie rond 1986 en er voor 1987 en 1988 geen excretiecijfers beschikbaar waren. Het eerste blok van tabel 8 geeft hiervan de basisgegevens en de berekende vervluchtigingspercentages (Hoogervorst, 1991).

In de jaren 1989 tot en met 1992 zijn geen andere staltypen op de markt gekomen zodat de vervluchtigingspercentages voor deze vier jaren constant zijn. De stalemissie wordt nu berekend als het produkt van aantal dieren * excretie per dier * vervluchtigingspercentage. Omdat bij pluimveestallen verschillende staltypen voorkomen, wordt dit apart besproken.

■ *pluimveestallen*

Bij pluimveestallen kent men twee staltypen met dunne mest:

- de batterij met open mestopslag onder de batterij;
- de mestbandbatterij met dagontmesting, waarbij de mest twee maal per week afgevoerd wordt naar een gesloten put.

Er zijn vier staltypen met droge mest:

- de deoppitstal;
- de mestbandbatterij waarbij de mest op de band geforceerd gedroogd wordt en eenmaal per week afgevoerd wordt naar elders;
- hetzelfde systeem maar dan met opslag van de mest op het eigen bedrijf;
- de stal met grondhuisvesting.

Tabel 9 Berekening ammoniakemissie voor de opslag van mest buiten de stal

	1989			1990			1991			emissie als % excretie			emissie als % mest			
	mnd	afdek	emis	mnd	afdek	emis	mnd	afdek	emis	1989	1990	1991	1989	1990	1991	
melkkoeien (stalperiode)	3460	0,8	25%	550	1,1	25%	750	1,6	25%	1100	0,7	0,9	1,3	0,8	1,0	1,5
vleesvee	850	0,8	25%	135	1,2	25%	200	1,6	25%	270	0,3	0,5	0,7	0,4	0,6	0,8
vleeskalveren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vleesvarkens	1000	1,5	50%	150	2,4	70%	175	3,0	75%	200	1,1	1,2	1,4	1,3	1,5	1,7
zeugen met biggen	3250	1,5	50%	500	2,4	70%	575	3,0	75%	650	1,5	1,7	1,9	1,8	2,1	2,4
slachtkuikens	12	vaste mest		12	vaste mest		12	vaste mest		12	2,4	2,4	2,4	2,7	2,7	2,7
leghennen																
batterij (open opslag)	100	1,8	50%	18	2,3	60%	20	3,0	70%	22	2,2	2,4	2,7	2,5	2,7	3,0
bandbatterij (dagontmesting)	100	1,5	0%	25	1,5	0%	25	1,8	17%	26	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,4
diep pitstal	20	vaste mest		20	vaste mest		20	vaste mest		20	2,5	2,5	2,5	4,2	4,2	4,2
bandbatterij (geforc. droging)	41	vaste mest		41	vaste mest		41	vaste mest		41	5,1	5,1	5,1	5,3	5,3	5,3
idem met loods	41	vaste mest		41	vaste mest		41	vaste mest		41	5,1	5,1	5,1	5,3	5,3	5,3
grondhuisvesting	20	vaste mest		20	vaste mest		20	vaste mest		20	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0

mnd = opslagcapaciteit buiten de stal voor de mestproductie van ... maanden

afdek = afgedekte opslagcapaciteit als percentage van alle opslag buiten de stal

emis = emissie, weergegeven in gram NH₃-N per gemiddeld aanwezig dier per jaar

Bron: zie tekst

Het tweede blok in tabel 8 geeft voor leghennen de basisgegevens en de verdeling van de staltypen over de totale leghennenpopulatie. Voor de jaren 1989 en 1990 is deze verdeling conform het CBS onderzoek 'Huisvesting van varkens en kippen, 1988' (Prins-Dirven, 1990). De verdeling voor de jaren 1991 en 1992 is ontleend aan de Evaluatie NH₃-beleid (Heidemij/TNO, 1993, bijlage 3.2, tabel h+k).

Het derde en vierde blok in tabel 8 geeft de verdeling van de staltypen voor opfokleghennen, slachtkuikenmoederdieren en eenden. Hierbij zijn dezelfde bronnen gebruikt als bij leghennen.

Ten behoeve van de LEI mest- en ammoniakmodellen wordt in het vijfde blok in tabel 8 voor de leghenequivalenten de verdeling van de staltypen weergegeven. Deze verdeling is een gewogen gemiddelde op basis van de forfaitaire fosfaatproduktienormen voor leghennen, opfokleghennen, slachtkuikenmoederdieren en eenden (zie ook tabel 23). Ondanks een iets andere verdeling van de staltypen is het gemiddelde vervluchtigingspercentage van de uitgescheiden stikstof voor de drie jaren redelijk constant, namelijk 11,3 tot 12,2.

4.2 AMMONIAKEMISSIE UIT MESTOPSLAG

Dit hoofdstuk over mestopslag buiten de stal is opgebouwd uit basisgegevens over de opslagemissie, aanwezige opslagcapaciteit buiten de stal en tenslotte de berekeningsmethode van de ammoniakemissie.

■ *basisgegevens opslagemissie*

Als basis voor de opslagemissie dienen de uitgangspunten van het Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw en het zogenoemde mini-silo onderzoek van het IMAG (LNV, VROM, 1990; van der Hoek en Snel, 1989; de Bode, 1991).

Voor alle diercategorieën is een standaard opslagemissie gedefinieerd, in tabel 9 aangeduid als 'standaard emissie open opslag'. Afdekking van een open mestopslag reduceert de ammoniakemissie met 80%. Voor de 'standaard emissie open opslag' zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- melkkoeien: de opslagcapaciteit is gelijk aan de mestproduktie van 4 maanden, de opslag is 6 maanden in gebruik en het emitterend oppervlak bedraagt 2 m² per koe;
- vleesvee: zie melkkoeien, het oppervlak per dier bedraagt 0,5 m²;
- vleeskalveren: er is niet gerekend met mestopslag buiten de stal omdat kalvergier vaak direct aan kalvergierzuiveringsinstallaties wordt aangeboden;
- vleesvarkens: de opslagcapaciteit is gelijk aan de mestproduktie van 6 maanden, de opslag is 8 maanden in gebruik en het emitterend oppervlak per dier is 0,24 m²;
- zeugen met biggen: zie vleesvarkens, het oppervlak per dier is 0,77 m²;
- slachtkuikens: uit de vaste mest die buiten de stal wordt opgeslagen, ontwijkt per gemiddeld aanwezig dier op jaarbasis 12 gram NH₃-N.

De emissie van leghennenmest die buiten de stal wordt opgeslagen, is afhankelijk van het staltype:

- open mestopslag onder de batterij: de opslagcapaciteit is gelijk aan de mestproductie van 6 maanden, de opslag is 8 maanden in gebruik en het emitterend oppervlak per leghen is 0,010 m²;
- dagontmesting: zie open mestopslag onder de batterij;
- dieppitstal: uit de vaste mest die buiten de stal wordt opgeslagen, ontwijkt per gemiddeld aanwezig dier op jaarbasis 20 gram NH₃-N. Deze hoeveelheid is gelijk aan de emissie uit een afgedekte opslag met dunne leghennenmest en komt overeen met de helft van de emissie van buiten de stal opgeslagen vaste mest van een mestbandbatterij met geforceerde mestdroging.
- mestbandbatterij met geforceerde mestdroging, afvoer van de vaste mest naar elders: uit de vaste mest die buiten de stal wordt opgeslagen, ontwijkt volgens de Ecologische Richtlijn per dier op jaarbasis 50 gram NH₃, dit is 41 gram NH₃-N.
- mestbandbatterij met geforceerde mestdroging, opslag van de vaste mest op het eigen bedrijf in een loods: eveneens 41 gram NH₃-N;
- grondhuisvesting: zie dieppitstal.

■ *aanwezige opslagcapaciteit buiten de stal*

Het wettelijk kader voor het afdekken van mestopslagen buiten de stal vormt het 'Besluit mestbassins Hinderwet' (Staatsblad 618, 1990). Daarin staat ondermeer vermeld dat mestbassins die na 1 juni 1987 zijn gebouwd, uiterlijk op 1 februari 1992 moeten zijn afgedekt. De te gebruiken afdekking dient daarbij minimaal 75% emissiereductie te bewerkstelligen. Het Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw geeft aan dat bassins voor dunne mest van varkens en pluimvee, die voor 1 juni 1987 zijn gebouwd, per 1 januari 1995 moeten zijn afgedekt. Mestbassins voor dunne rundveemest die voor 1 juni 1987 gebouwd zijn, moeten per 1 januari 2000 zijn afgedekt (LNV, VROM, 1990).

Bij de tweede nationale milieuverkenning is als uitgangspunt gehanteerd dat in 1995 rundveebedrijven over 4 maanden en varkens- en pluimveebedrijven over 6 maanden opslagcapaciteit buiten de stal beschikken (Hoogervorst, 1991). De aannamen over beschikbare opslagcapaciteit buiten de stal en het aandeel wat daarvan afgedekt is, staan in tabel 9 weergegeven. De jaren 1989 en 1991 zijn overgenomen van de tweede nationale milieuverkenning, het jaar 1990 is op basis van interpolatie berekend en het jaar 1992 is gelijkgesteld aan 1991.

Deze laatste aanname is gedaan onder de veronderstelling dat de emissietoename als gevolg van uitbreiding van mestopslag geheel of gedeeltelijk gecompenseerd zou worden door emissievermindering als gevolg van afdekken van reeds bestaande *open* mestopslagen. Recent is uit de CBS Statistiek 'Verleende Bouwvergunningen' gebleken dat in het jaar 1992 2000 mestopslagen zijn gebouwd en dat 2500 mestopslagen van een afdekking

Tabel 10 Opslagcapaciteit voor dierlijke mest in Nederland

type opslag	diercategorie	capaciteit in miljoen m ³	
		eind 1990	1992
mestkelder	rundvee	16,8	17,4
	varkens	5,5	6,2
	pluimvee	0,4	0,4
mestsilo	rundvee	4,9	5,2
	varkens	1,4	1,8
mestzak		0,2	0,4
foliebassin		0,4	1,3
totale opslagcapaciteit		29,6	32,7
gemiddelde opslagduur in maanden	rundvee	4,6	5,2
	waarvan buiten de stal		1,4
	varkens	6,3	6,8
	waarvan buiten de stal		1,8

Bron: 1990: Frénay en Zijlstra, 1992; 1992: Frénay en Bouquet, 1993

zijn voorzien (Pouwelse, 1994). Per saldo worden dus 500 open mestopslagen afgedekt en komen er 2000 nieuwe afgedekte mestopslagen bij. De emissievermindering door het afdekken van mestopslagen is hierdoor in evenwicht met de emissietoename door uitbreiding van het aantal mestopslagen.

De totale mestopslagcapaciteit buiten de stal die in 1991/1992 aanwezig is, kan volgens tabel 9 becijferd worden op circa 11 miljoen m³. Deze opslag is zeer globaal als volgt over de sectoren verdeeld: melkkoeien 6,4 miljoen m³, vleesvee 0,8 miljoen m³, varkens 3,9 miljoen m³ en pluimvee 0,3 miljoen m³. Het gemiddelde percentage afgedekte mestopslagcapaciteit bedraagt dan circa 40%.

Een globaal inzicht in de totale opslagcapaciteit voor dunne mest, zowel opslag in de stal als buiten de stal, wordt in tabel 10 gepresenteerd. Hieruit blijkt dat in 1992 de totale mestopslagcapaciteit buiten de stal 8,7 miljoen m³ bedroeg. Het CBS heeft op basis van ondermeer haar Statistiek 'Verleende Bouwvergunningen' berekend dat tot en met 1991 circa 9 miljoen m³ opslagcapaciteit buiten de stal gebouwd is. Dit betreft 13.000 mestopslagvoorzieningen, waarvan circa 22% van een afdekking is voorzien (Pouwelse, 1992). Eind 1992 was deze capaciteit toegenomen tot circa 11 miljoen m³; dit zijn 15.000 mestopslagvoorzieningen, waarvan circa 36% voorzien is van een afdekking (Pouwelse, 1994).

De aannamen die in tabel 9 gedaan zijn over de in 1991/1992 aanwezige mestopslagcapaciteit buiten de stal en het percentage afgedekte mestopslag komen globaal overeen met de situatie eind 1992.

■ *berekeningsmethodiek opslagemissie*

De werkelijke emissie van een mestopslag buiten de stal hangt af van de opslagcapaciteit, de opslagduur en eventuele afdekking. In tabel 9 is, uitgaande van de 'standaard emissie open opslag' voor de jaren 1989, 1990 en 1991 de ammoniakemissie uit de mestopslag weergegeven in gram NH₃-N per jaar per gemiddeld aanwezig dier. In de voorgaande paragraaf 'aanwezige opslagcapaciteit buiten de stal' is aangegeven dat het jaar 1992 gelijkgesteld is aan 1991.

Als voorbeeld van de berekeningswijze wordt de opslagemissie voor vleesvarkens in 1992 hier uitgewerkt. De 'standaardopslag' voor vleesvarkens bedraagt 6 maanden, bij een opslagcapaciteit van 3 maanden is 50% van de bedrijven dus voorzien van een 'standaardopslag'. Het percentage afgedekte opslagcapaciteit bedraagt 75%, ofwel 37,5% van alle bedrijven hebben een afgedekte mestopslag en 12,5% een open mestopslag. Afdekking reduceert de ammoniakemissie van een mestopslag met 80%. De opslagemissie voor vleesvarkens in 1992 wordt derhalve: $12,5\% * 1000 + 37,5\% * 0,2 * 1000 = 200$ gram NH₃-N per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar.

Omdat de LEI mest- en ammoniakmodellen de opslagemissie soms als percentage van de stikstofexcretie en soms als percentage van de stikstof in de aangevoerde mest nodig hebben als invoerparameters, zijn beide percentages in tabel 9 vermeld. Om dezelfde reden als bij tabel 8 wordt hiervoor de stikstofexcretie van 1986 genomen. De hoeveelheid stikstof in de aangevoerde mest naar de mestopslag buiten de stal, wordt berekend door de stikstofexcretie te verminderen met de ammoniakemissie die in de stal optreedt.

De LEI modellen rekenen bij de volgende diercategorieën de opslagemissie toe aan de stalemissie: zeugen en biggen en bij leghennen de staltypen: batterij met open opslag, mestbandbatterij met afvoer naar een gesloten put (dagontmesting) en de dieppitstal.

4.3 AMMONIAKEMISSIE BIJ BEWEIDING

Een deel van de stikstof die door weidend vee wordt gedeponereerd in de weide, vervluchtigt als ammoniak. Met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode werd in 1987 en 1988 van enkele beweide graslandpercelen bij Lelystad de ammoniakemissie gemeten. Deze en ook Engelse experimenten lieten zien dat bij kunstmestgiften van circa 400 kg stikstof per hectare ongeveer 8% van de door het vee uitgescheiden stikstof vervluchtigde als ammoniak (van der Molen et al, 1989; Bussink, 1990; Jarvis en Bussink, 1990). Bij de milieuverkenningen en voor de emissieberekeningen voor de jaren 1991 en 1992 is uitgegaan van 8% vervluchtiging van daadwerkelijk in de weide gedeponereerde stikstof.

Een deel van de mest die in de zomer wordt geproduceerd, komt niet in de weide terecht. Bij het onbeperkt beweidingssysteem wordt ongeveer 10% van de zomermest tijdens het

melken opgevangen in de mestkelder. Bij het beperkt beweidingssysteem lopen de koeien alleen overdag buiten en komt 50% van de zomermest in de mestkelder terecht. Bij zomerstalvoeding blijven de koeien het hele etmaal op stal en komt dus alle zomermest in de mestkelder terecht. Als gewogen gemiddelde van de drie beweidingssystemen wordt 30% van de zomermest van melkkoeien opgevangen in de mestkelder. Het LEI ammoniakmodel vermindert de in tabellen 1, 2 en 3 weergegeven weide-excretie met 30% en voegt dit toe aan de stalexcretie en rekent vervolgens met de nieuwe weide- en stalexcretie de ammoniakemissie uit.

Een deel van het vleesvee produceert ook mest in de weide. Vleesstieren en vleeskalveren staan het hele jaar op stal, terwijl schapen, mest-, weide- en zoogkoeien en mestjongvee ouder dan 2 jaar een weideperiode kennen. Het LEI ammoniakmodel verdeelt de mestproductie van het *weidende* vleesvee in 50% weidemest en 50% stalmest.

4.4 AMMONIAKEMISSIE BIJ AANWENDING DIERLIJKE MEST

Dit hoofdstuk over aanwending van dierlijke mest bestaat uit de onderdelen basisgegevens over de emissie bij aanwending, regelgeving met betrekking tot aanwending en de berekeningsmethode van de daarbij optredende ammoniakemissie.

■ *basisgegevens emissie bij aanwending van dierlijke mest*

Het is gebruikelijk de ammoniakemissie bij oppervlakkige aanwending van dierlijke mest als standaard te gebruiken en de emissie uit te drukken als percentage van de vervluchtigbare stikstof in de mest. De stikstof in de mest komt in twee fracties voor: de organisch gebonden stikstof en de minerale stikstof, welke kan vervluchtigen als ammoniak.

In dunne mest komt de stikstof voor 50% in minerale vorm voor en in vaste mest voor 45% (van der Hoek, 1988).

Er zijn een aantal technieken om de mest emissie-arm aan te wenden.

Voor grasland zijn dit:

- mestinjectie: de mest wordt op een diepte van 12 tot 18 cm gebracht en de injectietanden hebben een onderlinge afstand van 50 cm;
- zode-injectie: hierbij wordt de mest op een diepte van 6 tot 9 cm gebracht en de onderlinge afstand van de sleuven is 25 tot 30 cm;
- zodebemesting: de mest wordt hier op een diepte van 5 tot 7 cm gebracht en de onderlinge afstand tussen de sleuven is 20 tot 28 cm.

Voor emissie-arme aanwending op bouwland kan de mest worden geïnjecteerd of meteen na oppervlakkige aanwending worden ondergewerkt.

De basisgegevens voor de emissie bij mestaanwending, zoals die bij de beide milieuverkenningen en ook voor de jaren 1991 en 1992 gehanteerd zijn, staan vermeld in tabel 11.

Tabel 11 Ammoniak-emissiefactoren voor de aanwending van dierlijke mest

techniek	bodemgebruik	emissie als % van N mineraal	emissie reductie
oppervlakkige aanwending	grasland	50%	-
mestinjectie	grasland	5%	90%
zode-injectie	grasland	7,5%	85%
zodebemesting	grasland	10%	80%
binnen 24 uur onderwerken	bouwland	36%	28%
in één werkgang	bouwland	5%	90%
in twee werkgangen	bouwland	15%	70%

gemiddeld % vervluchting van N mineraal	1990	1991	1992
aanwending op grasland	50%	45%	37%
aanwending op bouwland	36%	35%	10%

In de jaren 1988 tot en met 1990 werd met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode onderzoek uitgevoerd naar de ammoniakemissie bij aanwending van dierlijke mest. In 1988 werden in de Flevopolder metingen uitgevoerd op kleibouwland, in 1989 op kleigrasland in Duiven en in 1990 op veengrasland in Zegveld (Bussink en Bruins, 1991; Monteny, 1993). In de herfst 1986/voorjaar 1987 vond een soortgelijk onderzoek plaats naar de emissie bij oppervlakkige aanwending van rundveemest op zandbouwland, de resultaten werden gebruikt om een verklarend emissiemodel te toetsen (van der Molen et al, 1989, 1990a, 1990b; Chardon et al, 1991).

De resultaten van bovengenoemd onderzoek bevestigen de basisgegevens voor de emissie bij aanwending van dierlijke mest.

■ *regelgeving voor aanwending van dierlijke mest*

In het 'Besluit gebruik dierlijke meststoffen' (Staatsblad 385, 1991) wordt aangegeven in welke perioden dierlijke mest mag worden aangewend en tevens wanneer dit op emissie-arme wijze dient te geschieden.

Voor het jaar 1990 geldt voor alle **grasland** een uitrijverbod van 1 oktober tot 1 december. Voor de jaren 1991 en 1992 wordt het uitrijverbod met een maand verlengd tot 1 januari en is het verboden mest uit te rijden op besneeuwde grond.

Vanaf 1 januari 1992 is het verplicht voor grasland op alle zand-, dal- en lössgronden de dunne mest in de periode vanaf het uitrijverbod tot 15 juni emissie-arm aan te wenden (zie figuur 2c). Als technieken zijn mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting toegestaan. Voor het jaar 1990 geldt voor **bouwland** op zandgronden in de zandgebieden een uitrijverbod vanaf de oogst tot 1 november als de grond niet beteeld is en van 1 oktober tot 1 november als de grond wel beteeld is. Voor de jaren 1991 en 1992 geldt voor bouwland

op alle zand-, dal- en lössgronden een uitrijverbod van 1 september tot 31 december. Voor het overige bouwland geldt dit uitrijverbod niet.

Voor het jaar 1990 geldt voor bouwland op alle grondsoorten dat alle mest uiterlijk de dag na de dag van uitrijden ondergewerkt moet zijn. Voor de jaren 1991 en 1992 geldt voor bouwland op alle grondsoorten dat alle mest emissie-arm aangewend moet worden. Deze regelgeving is echter pas van kracht geworden op 1 september 1991. Het uitrijden en onderwerken van de mest mag in één werkgang of in twee direct op elkaar volgende werkgangen worden uitgevoerd. Voor bouwland zijn geen technieken genoemd en geldt de algemene eis dat de mest na onderwerken niet meer zichtbaar op het grondoppervlak ligt.

■ *berekeningsmethodiek emissie bij aanwending van dierlijke mest*

Voor emissieberekeningen is informatie nodig over de inzet van de verschillende aanwendings technieken voor dierlijke mest. Deze informatie wordt momenteel echter niet systematisch verzameld. De volgende bronnen geven (deel)informatie: de Evaluatie van het NH₃-beleid (Heidemij/TNO, 1993), publikaties van het CBS over milieukosten in de landbouw (Pouwelse, 1992, 1994) en contacten met het Informatie en Kennis Centrum Veehouderij (IKC-Veehouderij) en de Dienst Landbouwvoorlichting (DLV). Op basis hiervan zijn inschattingen gemaakt welke methoden van mestaanwending gebruikt zijn.

Voor grasland is voor het jaar 1990 aangenomen dat alle mest oppervlakkig aangewend is. In 1991 is op vrijwillige basis een begin gemaakt met emissie-arme mestaanwending, voor de invoer van de LEI mest- en ammoniakmodellen is dit vertaald in 20% gebruik van de zodebemester in de zandgebieden en 5% gebruik in de overige landbouwgebieden (zie tabel 12). Als we ervan uitgaan dat op elke ha grasland evenveel dierlijke mest wordt aangewend, dan kan het gemiddelde vervluchtigingspercentage als volgt berekend worden. Op 47% van het areaal (de zandgebieden) wordt 20% van de mest emissie-arm aangewend op de overige 53% is dit aandeel 5%. In totaal wordt dan $0,47 * 20\% + 0,53 * 5\% = 12\%$ van de mest emissie-arm aangewend. De gemiddelde vervluchtiging van N mineraal bedraagt dan $0,12 * 10\% + 0,88 * 50\% = 45\%$.

Voor 1992 geldt een wettelijke verplichting voor emissie-arme mestaanwending op alle zand-, dal- en lössgronden in de periode tot 15 juni. Voor de emissieberekening zijn de volgende aannamen gedaan:

- er is vanuit gegaan dat in de aangewezen gebieden de regelgeving voor 100% is nageleefd. Vóór 15 juni is bijna alle mest emissie-arm aangewend, een klein deel is bovengronds uitgereden vanwege geringe toegankelijkheid van de percelen enz. Dit wordt gecompenseerd doordat na 15 juni ook een deel van de mest emissie-arm aangewend is vanwege de voordelen die deze techniek biedt: geen verbranding en smaakbederf van gras. Omdat 67% van de mest vóór en 33% van de mest na 15 juni wordt aangewend is dus aangenomen dat 67% van de mest emissie-arm aangewend is.

- in de niet aangewezen gebieden is vanwege de voordelen van emissie-arme mestaanwending 5% van de dierlijke mest op deze wijze aangewend.

Het percentage grasland wat op zand-, dal- en lössgrond ligt, is per landbouwgebied geschat op basis van figuur 2c. Zoals reeds vermeld, is verondersteld dat in de aangewezen zandgebieden 67% van alle mest emissie-arm aangewend wordt. Rekening houdend dat op het overig grasland 5% van de mest ook emissie-arm aangewend wordt, is in tabel 12 per landbouwgebied de verdeling over oppervlakkige en emissie-arme mestaanwending berekend. Voor alle landbouwgebieden samen kan berekend worden dat in 1992 33% van de mest emissie-arm wordt aangewend. De gemiddelde vervluchtiging van N mineraal bedraagt dan $0,33 * 10\% + 0,67 * 50\% = 37\%$.

Voor **bouwland** wordt aangenomen dat de aanwending van mest conform de regelgeving is uitgevoerd. Voor het jaar 1990 is er van uitgegaan dat alle mest binnen 24 uur ondergewerkt werd. Omdat de nieuwe regelgeving pas in september 1991 van kracht werd, is voor het jaar 1991 aangenomen dat 95% van de mest binnen 24 uur ondergewerkt werd, 2,5% in één werkgang en 2,5% in twee werkgangen. Voor het jaar 1992 is eveneens verondersteld dat de mest conform de regelgeving aangewend werd; voor de berekeningen is aangenomen dat 50% van de mest in één werkgang ondergewerkt werd en de overige 50% in twee werkgangen. De gemiddelde vervluchtiging van N mineraal bedraagt in deze situatie $0,50 * 5\% + 0,50 * 15\% = 10\%$.

Tabel 12 Inzet van aanwendingsmethoden voor dunne mest op grasland

landbouwgebied	areaal in ha	1990		1991		1992	
		opper- vlakkig	opper- vlakkig	zodebe- mester	aandeel zand	opper- vlakkig	zodebe- mester
Noordelijk Zeekleigebied	59.564	100	95	5	-	95	5
Hollandse + IJsselmeerpolders	22.476	100	95	5	-	95	5
Zuid-Westelijk Zeekleigebied	31.990	100	95	5	-	95	5
Rivierkleigebied	97.857	100	95	5	-	95	5
Lössgebied	14.594	100	95	5	95%	36	64
Noordelijk Weidegebied	162.544	100	95	5	-	95	5
Westelijk Weidegebied	170.048	100	95	5	-	95	5
Noordelijk Zandgebied	172.970	100	80	20	80%	46	54
Oostelijk Zandgebied	144.207	100	80	20	90%	40	60
Centraal Zandgebied	65.476	100	80	20	100%	33	67
Zuidelijk Zandgebied	147.753	100	80	20	100%	33	67
Veenkoloniën	14.586	100	95	5	50%	64	36
Overig Zuid-Holland	3.160	100	95	5	50%	64	36
Overig Noord-Holland	17.247	100	95	5	-	95	5

Bron: zie tekst

Bij de afzet van dierlijke mest naar andere bedrijven speelt de acceptatiegraad een belangrijke rol. Onder acceptatiegraad wordt verstaan de bereidheid van landbouwers om de resterende plaatsingsruimte voor dierlijke mest op hun eigen bedrijf te benutten voor aanvoer van mest van andere bedrijven. Voor de basisjaren 1989 en 1990 van de beide milieuverkenningen en voor de jaren 1991 en 1992 zijn de volgende acceptatiegraden gebruikt (Hoogervorst, 1991; Luesink, 1993).

Voor grasland is in de overschotgebieden gerekend met een acceptatiegraad van 100, in de overgangsgebieden met 10 (voor 1992: 20) en in de tekortgebieden met 5 (voor 1992: 10). Voor snijmais is voor alle gebieden gerekend met een acceptatiegraad van 100. Voor hakvruchten is voor de overschotgebieden een acceptatiegraad gebruikt van 100, en voor de overige gebieden is gerekend met 75. Verder is aangenomen dat op het overige bouwland, op braakland en in de tuinbouw geen dierlijke mest van andere bedrijven wordt aangevoerd.

4.5 AMMONIAKEMISSIE BIJ AANWENDING KUNSTMEST

Ammoniakemissie die optreedt bij aanwending van kunstmest wordt berekend als het produkt van de hoeveelheid toegediende kunstmest en een vervluchtigingspercentage. In afzonderlijke paragrafen worden beide aspecten nader toegelicht.

■ *basisgegevens emissie bij kunstmestaanwending*

Evenals bij de beide milieuverkenningen wordt ook voor de jaren 1991 en 1992 uitgegaan van 2% vervluchtiging bij de aanwending van stikstofkunstmest (Hoogervorst, 1991). De literatuur is niet éénduidig over het vervluchtigingspercentage: naast de soort stikstofkunstmest spelen de bodemeigenschappen een belangrijke rol (Velthof et al, 1990; Whitehead en Raistrick, 1990).

■ *berekening van het kunstmestverbruik*

Uit de Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen is het landelijk kunstmestverbruik bekend, maar niet de verdeling ervan op bedrijfsniveau. Het kunstmestverbruik op bedrijfsniveau wordt in de LEI modellen berekend als het verschil tussen de hoeveelheid stikstof die volgens de bemestingsadviezen nodig is en de hoeveelheid werkzame stikstof die met de dierlijke mest wordt gegeven. Stikstof in dierlijke mest komt voor in twee vormen: minerale stikstof (N_m) en organisch gebonden stikstof. Deze laatste vorm wordt in twee fracties verdeeld: stikstof die in het eerste jaar na aanwenden mineraliseert (N_e) en stikstof die in latere jaren vrijkomt (N_r). In de LEI modellen wordt de ammoniak die bij aanwending vervluchtigt, in mindering gebracht op de N_m die in de mest aanwezig was. Omdat het LEI de werkingscoëfficiënt van stikstof betrokken heeft op de in de mest achtergebleven hoeveelheid N_m , worden variaties in aanwendingsmethoden automatisch verwerkt.

Tabel 13 Gecorrigeerd percentage aanwending van dierlijke mest in het groeiseizoen

gewas/grondsoort	1990		1991			1992	
	werkelijk	gecorr	werkelijk	gecorr		werkelijk	gecorr
grasland op zand	50%	25%	60%	25%	(32%)	70%	47%
grasland op klei/veen	50%	0	60%	0	(6%)	70%	25%
snijmais op zand	50%	25%	60%	25%	(32%)	70%	47%
snijmais op klei/veen	0	0	0	0	0	0	0
bouwland op zand	50%	0	60%	0	(13%)	60%	38%
bouwland op klei/veen	0	0	0	0	0	0	0

De stikstofwerkingscoëfficiënt van mest die in het najaar of winter wordt uitgereden is lager dan wanneer de mest in het voorjaar of groeiseizoen wordt aangewend. Een deel van de in het najaar of winter gegeven stikstof spoelt namelijk uit en is dus niet beschikbaar voor de plant.

Uit de ijking van de bemestingsmodule van de LEI modellen voor het jaar 1989 is destijds afgeleid dat boeren bij hun bemestingsplan rekening houden met een deel (circa 70 - 80%) van de stikstofwerkingscoëfficiënt van dierlijke mest. Om het kunstmestverbruik wat de LEI modellen berekenen, af te stemmen op de nationale statistieken, vindt een correctie (verlaging) plaats van de hoeveelheid dierlijke mest die in het voorjaar/groeiseizoen wordt gegeven. Tabel 13 geeft hiervan een overzicht (Hoogervorst, 1991, tabel 12.5). Voor het jaar 1991 zijn abusievelijk de cijfers voor 1990 gebruikt, tussen haakjes zijn de juiste cijfers vermeld. Het gevolg hiervan is dat het berekende kunstmestverbruik (en daarmee de ammoniakemissie) circa 6% hoger ligt dan de geregistreerde afzet volgens de statistieken. Voor het jaar 1990 ligt het berekende kunstmestverbruik eveneens 6% hoger dan de geregistreerde afzet (zie tabel 22).

4.6 AMMONIAKEMISSIE UIT INDUSTRIE

De ammoniakemissies uit industriële activiteiten zijn bijna allemaal ontleend aan SPIN documenten (Samenwerkingsproject Procesbeschrijvingen Industrie Nederland). In dit project verzamelt de overheid ten behoeve van het doelgroepoverleg Industrie informatie over ondermeer de milieubelasting die bij de verschillende processen in de bedrijfstakken optreedt. De informatie wordt volgens een vast format neergelegd in procesbeschrijvingen. Uit de tot nu toe verschenen procesbeschrijvingen en uit een gerichte zoekactie in de Emissieregistratie werd een overzicht opgesteld van industriële processen waarbij ammoniakemissies optreden. Hiervan zijn alleen de bedrijven die meer dan 50 ton ammoniak per jaar emitteren, opgenomen in het overzicht van tabel 14. De overige bedrijven, ongeveer een honderdtal die over het hele land verspreid liggen, produceren naar schatting enkele honderden tonnen ammoniak per jaar.

Tabel 14 Overzicht van ammoniakemissie uit industriële activiteiten (emissie in ton NH₃ per jaar)

activiteit	1990	1991	1992
produktie van stikstofkunstmest	2110	2110	2110
produktie van suiker	665	665	665
produktie van zetmeel	300	300	300
overige productieprocessen (> 50 ton ammoniak per jaar)	* 650	* 650	650
totaal industriële activiteiten	3725	3725	3725
produktie van champignoncompost	1350	800	800
totaal	▲ 5075	4525	4525

* bij de depositieberekeningen is in plaats van 650 gerekend met 133 ton

▲ in de derde nationale milieuverkenning is gerekend met een voorlopige schatting van 6000 ton

Bron: zie tekst

Bij tabel 14 kan de volgende toelichting gegeven worden.

Bij stikstofkunstmest betreft het de ammoniakemissie die plaatsvindt bij het productieproces van ammoniak, ureum, ammoniumnitraat, ammoniumsulfaat, kalkammonsalpeter en stikstofmagnesia. De aangegeven emissies zijn ontleend aan een SPIN document en hebben betrekking op het jaar 1989 (Duesmann et al, 1993).

De SPIN procesbeschrijving van de suikerproductie geeft voor het jaar 1988 een totale ammoniakemissie van 665 ton per jaar, er wordt echter geen opsplitsing gemaakt naar de verschillende produktielocaties (Hulskotte en Matthijsen, 1992). De ammoniakemissie voor de jaren daarna is gelijkgesteld aan 1988. Voor de jaren 1990 en 1991 is de totale emissie gelijkelijk verdeeld over alle locaties, voor het jaar 1992 is in overleg met de Suiker Unie een globale verdeling gemaakt op basis van de productieomvang van de bedrijven.

De SPIN procesbeschrijving van de zetmeelindustrie geeft voor het jaar 1989 een ammoniakemissie van 150 ton per jaar, dit is echter exclusief de derivatenproductie (Huizinga, 1994). In overleg met AVEBE is voorlopig voor de derivatenproductie een zelfde bronsterkte aangenomen.

In de categorie overige productieprocessen komt ammoniak vrij bij de vervaardiging van steenwol, molybdeenoxide en lichte soda. Aan SPIN procesbeschrijvingen wordt de ammoniakemissie ontleend voor steenwol (basisjaar 1991; Kaskens et al, 1992) en voor lichte soda (basisjaar 1991; Huizinga en Hoogenkamp, 1994). De ammoniakemissie van de molybdeenoxide productie is ontleend aan de Emissieregistratie (Hoofdinspectie Milieuhygiëne, 1993).

Tot slot is in tabel 14 de ammoniakemissie opgenomen die vrijkomt bij de productie van champignoncompost. Bij de weergegeven emissie is rekening gehouden met de productieomvang en de introductie van een nieuw emissie-arm productieproces (MER CNC, 1991).

4.7 AMMONIAKEMISSIE UIT HUISHOUDENS

In dit rapport worden met 'huishoudens' de volgende bronnen samengevat: de mens zelf, schoonmaakmiddelen en de gezelschapsdieren. Voor het jaar 1988 werd de emissie uit 'huishoudens' becijferd op 10,3 miljoen kg NH₃ (Erisman, 1989). Hieruit volgt een emissiefactor van 0,7 kg NH₃ per inwoner per jaar, die ook voor de jaren daarna gebruikt is. De berekende ammoniakemissie in 1988 is als volgt opgebouwd:

- mensen: 4,3 miljoen kg NH₃, gebaseerd op een emissiefactor van 0,3 kg NH₃ per inwoner per jaar. Als emissiebron wordt in de literatuur genoemd de vervluchtiging van ammoniak uit zweet en daarnaast bevat de uitgeademde lucht ook enig ammoniak.
- schoonmaakmiddelen: 1,0 miljoen kg NH₃. Deze schatting is gebaseerd op de aanname dat elk huishouden jaarlijks één liter ammonia gebruikt.
- katten: 1,25 miljoen kg NH₃, gebaseerd op een emissiefactor van 0,8 kg NH₃ per kat per jaar.
- honden: 3,75 miljoen kg NH₃, gebaseerd op een emissiefactor van 2,5 kg NH₃ per hond per jaar.

De Ecologische Richtlijn hanteert voor voedsters (konijnen) een emissiefactor van 1,0 kg NH₃ per jaar (LNV, VROM, 1991). Omdat katten zindelijke dieren zijn en hun mest direct onderwerken, lijkt de gebruikte emissiefactor aan de hoge kant.

De Ecologische Richtlijn hanteert voor zilvervossen een emissiefactor van 1,35 kg NH₃ per jaar en voor blauwvossen 2,7 kg NH₃ per jaar (LNV, VROM, 1991). De gebruikte emissiefactor voor honden lijkt hiermee redelijk in overeenstemming.

Tegenover de lagere emissie van katten staat echter de nog niet meegetelde emissie van de overige gezelschapsdieren zoals konijnen, zangvogels, duiven enz. Er is derhalve onvoldoende aanleiding om af te wijken van de hiervoor genoemde integrale emissiefactor van 0,7 kg NH₃ per inwoner per jaar.

Op basis van het aantal inwoners van Nederland is in tabel 15 de ammoniakemissie uit huishoudens vermeld. De aantallen inwoners per gemeente en het totaal aantal inwoners van Nederland zijn ontleend aan de CBS Maandstatistiek van de bevolking.

Tabel 15 Overzicht van ammoniakemissie uit huishoudens (emissie in miljoenen kg NH₃)

	1989	1990	1991	1992
aantal inwoners	14.805.000	14.893.000	15.010.000	15.129.000
ammoniakemissie	10,4	10,4	10,5	10,6

inwoners per 1 januari van elk jaar

Bron: Maandstatistiek van de bevolking 1993 no 11, pag 35 en eerdere jaargangen

4.8 AMMONIAKEMISSIE UIT BELGIË EN WEST-DUITSLAND

In hoofdstuk 1 is aangegeven dat de ammoniakemissie die in België en West-Duitsland optreedt, voor een deel via depositie op de Nederlandse bodem terecht komt. Om betrouwbare depositieberekeningen uit te voeren is het gewenst de sterkte van deze ammoniakbronnen te kennen. In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de beschikbare basisgegevens voor het jaar 1989 en op de noodzaak deze gegevens te updaten voor recentere jaren.

■ *basisgegevens ammoniakemissie buitenland*

Voor België en het westelijke deel van West-Duitsland is een gedetailleerd bestand van ammoniakemissies uit de landbouw beschikbaar. De basis van dit bestand vormt het aantal dieren per gemeente in het jaar 1984. De update van dit bestand naar 1989 vond plaats door het aantal dieren per gemeente te vermenigvuldigen met de landelijke toename van de veestapel die optrad tussen 1984 en 1989. De ammoniakemissie is vervolgens berekend met behulp van emissiefactoren die vrijwel overeen komen met de factoren die gebruikt zijn voor het basisjaar 1989 van de tweede nationale milieuverkenning. In 1989 bedroeg de ammoniakemissie uit dierlijke mest in België 104 miljoen kg en in West-Duitsland 485 miljoen kg (Asman, 1992).

■ *updating basisgegevens ammoniakemissie buitenland*

De omvang van de ammoniakemissie uit dierlijke mest wordt door veel factoren bepaald. In deze studie is bij de buitenlandse emissies alleen gekeken naar veranderingen in de omvang van de veestapel en naar wettelijke maatregelen op het gebied van emissie-arme mestaanwending.

Tabel 16 Landbouwhuisdieren, aantallen in België en West-Duitsland

	België			West-Duitsland		
	1989	1992	relatief	1989	1992	relatief
melkkoeien	871.661	755.989	0,87	4.928.500	4.328.880	0,88
zoogkoeien	275.108	354.108	1,29			
totaal runderen	3.126.844	3.221.568	1,03	14.563.400	13.376.600	0,92
vleesvarkens	3.931.057	4.151.207	1,06	13.600.900	13.799.700	1,01
zeugen	709.391	750.251	1,06	2.412.000	2.406.700	1,00
totaal varkens	6.474.110	6.822.986	1,05	22.164.800	22.114.800	1,00
leghennen	10.719.240	11.489.937	1,07	37.957.100	33.821.300	0,89
slachtkuikens	14.450.397	15.492.704	1,07	23.201.000	27.865.000	1,20
totaal pluimvee	25.169.637	26.982.641	1,07	72.034.600	74.016.900	1,03

Bron: zie tekst

Als bron voor de omvang van de veestapel fungeerde voor België het Nationaal Instituut voor de Statistiek (Landbouwstatistieken, 1990 t/m 1993) en voor Duitsland het Statistisches Bundesamt (Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1989 t/m 1993). Tabel 16 geeft voor beide landen de aantallen dieren.

Een inventarisatie naar mestregelgeving in West-Europa laat zien dat er alleen in Vlaanderen regelgeving is ten aanzien van emissie-arm aanwenden van dierlijke mest (Beek en Walther, 1992). Het Mestdecreet van 23 januari 1991 zegt hierover in artikel 17: 'de op cultuurgrond opgebrachte dierlijke mest dient binnen 24 uur te worden ondergewerkt, behoudens wanneer het gaat om een bemesting van beteelde cultuurgrond'.

Het effect hiervan gecombineerd met een lichte toename van de veestapel in België betekent een daling van de ammoniakemissie met enkele procenten. Op grond van bovenstaande informatie werd besloten dat er onvoldoende aanleiding is de beschikbare basisgegevens van het jaar 1989 te updaten.

5 RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk worden de landelijke emissiecijfers gepresenteerd die het resultaat zijn van berekeningen waarvan in het voorgaande hoofdstuk de methodieken en uitgangspunten zijn besproken. Eerst komt de ammoniakemissie uit dierlijke mest aan de orde en daarna wordt een overzicht gegeven van alle bronnen die ammoniak emitteren. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een berekening van de stikstofbelasting van de landbouwbodem in Nederland.

5.1 AMMONIAKEMISSIE UIT DIERLIJKE MEST

Het resultaat van de ammoniakemissie berekeningen van de LEI mest- en ammoniakmodellen bestaat uit een overzichtstabel en een lijst met de gesommeerde ammoniakemissie per gemeente. Volgens de procedure die beschreven is in hoofdstuk 2 zijn deze emissiegegevens per gemeente omgezet naar emissies per 5 bij 5 km roostervlak. Omdat de ammoniakemissie uit dierlijke mest in 1992 ongeveer 25% lager is dan in 1991 is voor beide jaren een kaartje in dit rapport opgenomen (figuren 2a en 2b).

De overzichtstabellen voor de jaren 1990, 1991 en 1992 zijn integraal overgenomen in tabel 17. Het jaar 1989 is ook opgenomen omdat de ammoniakemissie voor dat jaar op analoge wijze door het LEI berekend is als basisjaar voor de tweede nationale milieuverkenning (Hoogervorst, 1991). Dezelfde gegevens op iets andere wijze gegroepeerd zijn weergegeven in tabel 18. Bij deze tabellen kunnen de volgende kanttekeningen geplaatst worden.

■ *emissie uit stallen*

De verschillen tussen de jaren zijn relatief klein en worden alleen veroorzaakt door een verandering in de totale stikstofexcretie per diercategorie. In tabel 8 is al aangegeven dat de vervluchtigingspercentages uit de uitgescheiden stikstof voor alle vier jaren dezelfde zijn. Inzicht in de totale excretie per diercategorie kan ontleend worden aan tabel 24. Voor bijvoorbeeld slachtkuikens is te zien dat het aantal dieren vanaf 1989 toenam tot 124% in 1992 en dat de stikstofexcretie per gemiddeld aanwezig dier ook toenam: de toename van de totale stikstofexcretie is dus het gevolg van meer dieren en een hogere stikstofexcretie per dier.

■ *emissie uit mestopslag buiten de stal*

De bijdrage die de mestopslag buiten de stal aan de totale emissie levert is relatief klein. Omdat de totale emissie echter daalt, stijgt het relatieve aandeel van 2,4% in 1989 naar 4,6% in 1992. Bedacht moet worden dat in de berekeningen uitgegaan is van 25%

Tabel 17 Basisgegevens ammoniakemissie uit dierlijke mest op landelijk niveau voor de jaren 1989 tot en met 1992, emissie in miljoenen kg NH₃

	stal	opslag	weide	aanwenden	totaal
1989					
rundvee	32,523	1,805	13,710	52,185	100,223
vleesvee	6,832	0,190	*	11,032	18,053
vleeskalveren	1,040			1,118	2,158
vleesvarkens	21,469	1,271		24,978	47,719
zeugen met biggen	11,606			9,685	21,292
leghennen	3,439	1,221		7,557	12,217
slachtkuikens	2,327	0,530		3,721	6,578
totaal	79,236	5,016	13,710	110,277	208,240
1990					
rundvee	30,330	2,104	13,470	47,761	93,665
vleesvee	5,852	0,203	1,315	8,277	15,647
vleeskalveren	1,006			1,707	2,713
vleesvarkens	20,329	1,111		19,155	40,596
zeugen met biggen	11,820			8,586	20,406
leghennen	5,156	0,427		5,026	10,608
slachtkuikens	2,633	0,533		2,130	5,296
totaal	77,126	4,378	14,785	92,643	188,931
1991					
rundvee	31,426	3,270	15,079	46,557	96,332
vleesvee	7,042	0,391	1,582	9,353	18,368
vleeskalveren	1,036			1,565	2,601
vleesvarkens	20,945	1,622		18,387	40,954
zeugen met biggen	12,120			8,360	20,481
leghennen	6,228	0,687		4,084	10,998
slachtkuikens	3,562	0,811		1,165	5,537
totaal	82,359	6,781	16,661	89,471	195,272
1992					
rundvee	29,588	3,079	12,931	23,896	69,495
vleesvee **	6,991	0,388	1,570	5,025	13,974
vleeskalveren	1,066			0,440	1,506
vleesvarkens	21,308	1,650		10,209	33,167
zeugen met biggen	12,555			2,366	14,921
leghennen	6,267	0,653		0,657	7,577
slachtkuikens	4,009	0,913		0,277	5,199
totaal	81,783	6,682	14,502	42,871	145,838

* in 1989 werd voor vleesvee nog niet gerekend met een weideperiode

** bij de ammoniakemissie berekeningen zijn hier abusievelijk de excretiecijfers van 1991 gebruikt, waardoor de emissie van vleesvee onderschat is met 1,5 miljoen kg NH₃

Bron: LEI-DLO, 1993 en eerdere jaren

Tabel 18 Samenvatting ammoniakemissie uit dierlijke mest op landelijk niveau voor de jaren 1989 tot en met 1992, emissie in miljoenen kg NH₃. Zie voor de basisgegevens tabel 17

		1989	1990	1991	1992
stal	rundvee	40,395	37,188	39,504	37,645
	varkens	33,075	32,149	33,065	33,863
	pluimvee	5,766	7,789	9,790	10,276
	totaal	79,236	77,126	82,359	81,784
opslag	rundvee	1,995	2,307	3,661	3,467
	varkens	1,271	1,111	1,622	1,650
	pluimvee	1,751	0,960	1,498	1,566
	totaal	5,017	4,378	6,781	6,683
weide	rundvee	13,710	14,785	16,661	14,501
aanwenden	rundvee	64,335	57,745	57,475	29,361
	varkens	34,663	27,741	26,747	12,575
	pluimvee	11,278	7,156	5,249	0,934
	totaal	110,276	92,642	89,471	42,870
sector	rundvee	120,434	112,025	117,301	84,975
	varkens	69,011	61,002	61,435	48,088
	pluimvee	18,795	15,904	16,535	12,776

afgedekte opslagen voor rundveemest en 75% afgedekte opslagen voor varkensmest (zie tabel 9). Verder wordt bij de LEI mest- en ammoniakmodellen een deel van de opslag-emissie aan de stalemissie toegerekend en is in tabel 17 het aandeel van de droge mest niet zichtbaar.

Op basis van de tabellen 8 (aandeel verschillende staltypen leghennen), tabel 9 (opslag-emissie als % van de excretie of van de mest) en tabel 24 (totale excretie per diercategorie) is voor het jaar 1992 de opslagemissie voor zeugen en leghennen benaderd.

Voor zeugen met biggen bedraagt de opslagemissie 1,9% van de excretie ofwel $1,9\% * 48.313 \text{ ton N} * 17/14 = 1,115$ miljoen kg NH₃. Bij de LEI modellen is dit in de stal-emissie opgenomen.

Voor leghennen dient per staltype een berekening gemaakt te worden. Voor stallen met open mestopslag onder de batterij bedraagt de opslagemissie van buiten de stal opgeslagen mest: $19\% (\text{stalaandeel}) * 2,7\% (\text{vervluchtigingspercentage}) * 39.530 \text{ ton N} * 17/14 = 0,246$ miljoen kg NH₃. Voor de mestbandbatterij met dagontmesting is de opslagemissie $31\% * 3,2\% * 39.530 \text{ ton N} * 17/14 = 0,476$ miljoen kg NH₃. De opslagemissie van dunne leghennenmest bedraagt dan $0,246 + 0,476 = 0,722$ miljoen kg NH₃. Deze opslag-emissie is bij de LEI modellen bij de stalemissie opgeteld.

Tabel 19 Ammoniakemissie uit opslag van dunne en vaste mest buiten de stal

jaar 1992	opslag dunne mest	opslag vaste mest
rundvee	3,079	
vleesvee	0,388	
vleesvarkens	1,650	
zeugen met biggen	1,115	
leghennen	0,722	0,737
slachtkuikens		0,913
totaal	6,954	1,650

emissie in miljoenen kg NH₃

Bron: tabel 17 en eigen berekeningen, zie tekst voor toelichting

Op analoge wijze kan voor de overige typen leghennenstallen de opslagemissie berekend worden. Voor diepstallen bedraagt de opslagemissie 0,084 miljoen kg NH₃, eveneens in de stalemissie verdisconteerd. De opslagemissie vermeld in tabel 17 voor leghennen heeft betrekking op de staltypen mestbandbatterij met geforceerde mestdroging en op stallen met grondhuisvesting, dus op opslag van droge mest. De resultaten van bovenstaande berekeningen zijn per diercategorie weergegeven in tabel 19. De totale emissie uit opslag van dunne mest buiten de stal bedraagt 7,0 miljoen kg NH₃, dit is 4% meer dan de emissie genoemd in tabel 17. Voor landelijke berekeningen kan dus tabel 17 gehanteerd worden.

■ *emissie bij beweiding*

Bij de emissie tijdens beweiding is van belang de hoeveelheid stikstof die daadwerkelijk op het grasland wordt gedeponerd. Berekeningen laten zien dat ongeveer 40% van de stikstofexcretie van rundvee (exclusief vleesvee) in de weide terecht komt.

■ *emissie bij mestaanwending*

In hoofdstuk 4.4 is bij de paragraaf 'berekeningsmethodiek emissie' de verwachting uitgesproken dat in 1992 de emissie bij aanwending van dierlijke mest lager zou zijn dan in de voorgaande jaren. Bij de berekende emissies bij mestaanwending voor het jaar 1992 moeten de volgende opmerkingen gemaakt worden. Als gevolg van iets ruimere acceptatiegraden voor grasland in de overgangs- en tekortgebieden is meer mest van vleesvarkens naar grasland gegaan. Dit is een verklaring waarom de emissie bij aanwending van vleesvarkensmest maar ruim 40% gedaald is, terwijl bij zeugenmest wel de verwachte 70% emissiereductie bereikt werd. De emissie bij aanwending van rundveemest is met bijna 50% afgenomen, terwijl een afname van ongeveer 25% verwacht werd. Waarschijnlijk is een deel van de rundveemest naar het maisland gegaan en daar emissie-arm aangewend. De lage emissies bij aanwending van pluimveemest zijn een gevolg van mestexport naar het buitenland.

■ *verschillen in emissie tussen de jaren*

De verschillen in ammoniakemissie tussen de jaren 1989, 1990 en 1991 zijn relatief klein te noemen en hangen voor een deel samen met de totale stikstofexcretie door landbouwhuisdieren in genoemde jaren. Tabel 24 laat zien dat met name in het jaar 1991 de stikstofexcretie (van rundvee) hoog is.

In het jaar 1992 was de ammoniakemissie uit dierlijke mest 50 miljoen kg lager dan in het voorgaande jaar. De voornaamste reden vormt de verscherpte regelgeving voor mestaanwending, zowel voor grasland als voor bouwland. Dit blijkt ook bij vergelijking van de figuren 2a en 2b: roostervlakken met veel grasland op zand-, dal- en lössgronden hebben in 1992 een lagere ammoniakemissie. Verder speelt een rol dat de totale stikstofexcretie in dat jaar circa 20 miljoen kg lager is dan in 1991 (dit betekent globaal 5 miljoen kg minder ammoniakemissie).

■ *vergelijking met Heidemij/TNO NH₃-evaluatie*

In het evaluatie onderzoek van Heidemij/TNO naar het NH₃ beleid zijn voor de jaren 1980, 1991, 1994 en 2000 emissieberekeningen uitgevoerd. Alleen ammoniakemissie uit dierlijke mest van Nederlandse herkomst is in beschouwing genomen (Heidemij/TNO, 1993). De kengetallen van de ammoniakemissie voor het jaar 1991 van het evaluatie onderzoek en van het RIVM zijn weergegeven in tabel 20. Hoewel de uitgangspunten voor de excretie van de afzonderlijke diercategorieën niet altijd overeenstemmen, is het verschil in landelijke stikstofexcretie slechts 4% en in landelijke ammoniakemissie minder dan 1%!

Tabel 20 Kengetallen ammoniakemissie 1991 van Heidemij/TNO en RIVM

jaar 1991	Heidemij/TNO	RIVM
N excretie door landbouwhuisdieren	666	639
emissie uit stallen	81,4	82,4
emissie uit mestopslag buiten de stal	3,6	6,8
emissie bij beweiding	20,5	16,7
emissie bij mestaanwending	90,8	89,5
totale ammoniakemissie	196,3	195,3

hoeveelheden in miljoenen kg

Tabel 21 Overzicht van ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990 tot en met 1992, emissie in miljoenen kg NH₃

bron	1990	1991	1992
dierlijke mest	188,9	195,3	145,8
- stallen en opslag	81,5	89,1	88,5
- beweiding	14,8	16,7	14,5
- mestaanwending	92,6	89,5	42,9
kunstmestaanwending	10,6	10,3	9,4
industriële processen	5,1	4,5	4,5
huishoudens	10,4	10,5	10,6
totaal	215,0	220,6	170,3

5.2 OVERZICHT AMMONIAKEMISSION UIT ALLE BRONNEN

De resultaten van de uitgevoerde emissie berekeningen van alle bronnen zijn samengevat in tabel 21. De ammoniakemissie uit dierlijke mest is uitvoerig besproken in hoofdstuk 5.1 en aan de emissie die optreedt bij de aanwending van kunstmest wordt verderop in dit hoofdstuk een aparte paragraaf gewijd.

De ammoniakemissie van industriële processen is besproken in hoofdstuk 4.6 en samengevat in tabel 14. Met behulp van de Amersfoortse coördinaten van de produktielocaties zijn deze puntbronnen in kaart gebracht en gebruikt voor de depositieberekeningen. Figuur 1c geeft de verdeling van deze bronnen voor het jaar 1992.

De ammoniakemissies die afkomstig zijn van de huishoudens, zijn besproken in hoofdstuk 4.7 en in tabel 15 weergegeven. De ammoniakemissie is evenredig over alle inwoners verdeeld en figuur 1b geeft een beeld van de geografische spreiding over Nederland voor het jaar 1992.

Figuur 2d geeft voor het jaar 1992 een beeld van de geografische verdeling van de totale ammoniakemissie, dus alle bronnen opgeteld die in tabel 21 genoemd worden.

■ *kunstmestaanwending*

In hoofdstuk 4.5 is aangegeven op welke manier de LEI modellen het kunstmestverbruik berekenen. Het resultaat van deze berekeningen is het kunstmestverbruik per gemeente, opgesplitst naar grasland en bouwland. De hoeveelheden per gemeente zijn vermenigvuldigd met het vervluchtigingspercentage van 2% en met 17/14 voor omrekening naar NH₃ en vervolgens is de emissie per gemeente geconverteerd naar emissie per 5 bij 5 km roostervlak. Deze conversie is op dezelfde wijze uitgevoerd als de conversie van de emissie uit dierlijke mest, die ook op gemeenteniveau beschikbaar is. De totale ammoniakemissie bij kunstmestaanwending is in tabel 21 weergegeven en de verbruikte hoeveelheden kunstmest zijn vermeld in tabel 22. Figuur 1a geeft voor het jaar 1992 een beeld van de geografische

spreiding van de emissie bij aanwending van kunstmest. Bij de interpretatie van dit kaartje moet men bedenken dat wanneer een roostervlak veel grasland bevat, de emissie per roostervlak hoger is dan wanneer een roostervlak weinig grasland bevat. De LEI modellen berekenen voor het jaar 1992 de volgende hoeveelheden kunstmest per ha:

6%	van het areaal grasland minder dan 200 kg N per ha,
20%	van het areaal grasland tussen 200 en 249 kg N per ha
32%	van het areaal grasland tussen 250 en 299 kg N per ha
40%	van het areaal grasland tussen 300 en 349 kg N per ha
2%	van het areaal grasland meer dan 350 kg N per ha
17%	van het areaal bouwland minder dan 50 kg N per ha
25%	van het areaal bouwland tussen 50 en 99 kg N per ha
55%	van het areaal bouwland tussen 100 en 149 kg N per ha
3%	van het areaal bouwland meer dan 150 kg N per ha.

Over het berekende en geregistreerde kunstmestverbruik kunnen twee opmerkingen gemaakt worden.

Door het percentage van de dierlijke mest die in het voorjaar/groeiseizoen wordt aangevend, te verlagen, simuleert het LEI model dat veehouders niet voor 100% rekening houden met de bemestende waarde van dierlijke mest. Voor het jaar 1992 blijken het berekende kunstmestverbruik en de geregistreerde afzet volgens de statistieken goed overeen te stemmen (LEI, 1991 en recentere jaren).

Voor de aangegeven jaren 1989 tot en met 1992 is een daling zichtbaar van de afzet van stikstofkunstmest in Nederland. De vermindering van het kunstmestverbruik in 1992 is echter veel kleiner dan de hoeveelheid stikstof die extra in de bodem komt vanwege emissie-arme aanwending van een deel van de dierlijke mest. Hoewel tabel 24 laat zien dat de stikstofexcretie in 1992 20 miljoen kg lager is dan in 1991, kan met behulp van tabel 17 berekend worden dat in beide jaren de aan te wenden dierlijke mest uit stal en mestopslag circa 395 miljoen kg stikstof bevat. De emissievermindering bij mestaanwending bedraagt in het jaar 1992 46,6 miljoen kg NH_3 ofwel 38,4 miljoen kg N, terwijl het kunstmestverbruik met 8,3 miljoen kg N daalde.

Tabel 22 Berekend kunstmestverbruik en geregistreerde afzet van kunstmest

	1989	1990	1991	1992
areaal grasland, berekend	1.098.843	1.092.922	1.088.762	1.059.844
areaal bouwland, berekend	876.523	885.186	889.458	900.974
berekend kunstmestverbruik grasland	360.420	342.639	331.369	296.802
berekend kunstmestverbruik bouwland	88.972	95.814	92.999	89.272
berekend totaal kunstmestverbruik	449.392	438.453	424.368	386.074
afzet kunstmest volgens statistieken	455.650	412.356	400.068	391.759

arealen in miljoenen ha, hoeveelheden kunstmest in ton

Tabel 23 Landbouwhuisdieren, aantallen per diercategorie en hoofdcategorie

diercategorie	1989	kg P ₂ O ₅	1990	1991	1992
melkkoeien.eq	2.471.731		2.467.988	2.460.487	2.366.968
idem	100		100	100	96
melkkoeien	1.913.276	41	1.877.684	1.852.165	1.775.280
jongvee 0-1 jr vr	726.442	9	752.658	760.636	720.477
jongvee 0-1 jr mnl	45.848	12	53.229	59.044	53.920
jongvee >1 jr vr	829.505	18	879.726	907.854	893.057
jongvee >1 jr mnl	32.246	22	34.635	37.628	39.310
stieren fokkerij	7.636	22	8.762	9.899	8.547
vleesvee.eq	1.094.197		1.337.489	1.513.725	1.513.832
idem	100		122	138	138
mestjv <1 jr vr	41.401	12,0	53.021	65.551	61.497
mestjv >1 jr vr	81.561	20,0	99.489	121.882	127.944
mestjv <2 jr mnl	405.465	13,4	433.632	473.916	443.474
mestjv >2 jr mnl	8.143	20,0	12.073	12.503	13.258
zoogkoeien	83.152	41,0	119.529	139.375	145.786
ooien	648.677	5,1	789.691	858.779	877.452
geiten	42.429	5,2	60.785	70.188	63.186
vleeskalveren	596.966		601.585	621.618	637.739
idem	100		101	104	107
vleesvarkens	6.976.304		7.025.102	7.040.888	7.144.780
idem	100		101	101	102
fokvarkens.eq	1.424.542		1.452.232	1.456.510	1.491.587
idem	100		102	102	105
zeugen	1.248.648	20,3	1.272.215	1.272.559	1.307.743
opfokzeug <50 kg	158.866	8,2	160.140	162.741	161.169
opfokzeug >50 kg	216.546	8,2	225.362	233.391	237.854
opfokbeer	12.999	8,1	13.893	14.312	12.901
fokbeer	28.042	13,8	27.587	26.812	25.764
legpluimvee.eq	47.381.331		47.675.615	48.109.877	48.643.910
idem	100		101	102	103
leghennen <18 weken	10.907.490	0,20	11.120.770	10.954.560	11.851.510
leghennen >18 weken	33.433.640	0,50	33.199.110	33.553.820	33.139.630
eenden	712.740	0,60	1.085.510	1.151.710	1.035.968
moederd sl <5 maanden	3.138.440	0,28	2.882.250	3.088.160	3.007.300
moederd sl >5 maanden	4.303.630	0,81	4.389.830	4.359.760	4.837.300
slachtpluimvee.eq	41.199.162		44.820.173	45.897.913	51.221.029
idem	100		109	111	124
slachtkuikens	37.994.320	0,24	41.172.110	41.639.370	46.524.971
slachtkalkoenen	887.500	0,79	1.003.350	1.184.920	1.310.348
kalkoenouderd <7 mnd	27.100	1,47	28.550	31.050	29.700
kalkoenouderd >7 mnd	14.100	2,00	20.460	20.160	24.110

omrekening naar hoofdcategorieën op basis van forfaitaire fosfaatproduktienormen

Bron dieraantallen: Maandstatistiek van de landbouw 1993 no 2, pag 28-31 en eerdere jaargangen

Tabel 24 Mineralenexcretie door landbouwhuisdieren in de jaren 1989 tot en met 1992

N	1989	kg/gad	1000 kg	1990	kg/gad	1000 kg	1991	kg/gad	1000 kg	1992	kg/gad	1000 kg
rundvee zomer	2.471.731	81,6	201.693	1,00	80,2	198.233	1,00	83,1	205.401	0,96	80,2	190.304
rundvee winter	2.471.731	61,5	152.011	1,00	56,1	138.664	1,00	62,8	155.225	0,96	57,4	136.202
rundvee totaal	2.471.731	143,1	353.705	1,00	136,3	336.897	1,00	145,9	360.626	0,96	137,6	326.506
vleesvee.eq	1.094.197	37,4	40.923	1,22	38,5	51.394	1,38	41,9	63.269	1,38	46,5	70.215
vleeskalveren	596.966	9,5	5.671	1,01	9,1	5.487	1,04	9,1	5.650	1,07	9,1	5.813
vleesvarkens	6.976.304	14,08	98.226	1,01	13,2	93.008	1,01	13,6	95.827	1,02	13,7	97.487
fokvarkens.eq	1.424.542	31,95	45.514	1,02	31,6	45.916	1,02	32,1	46.642	1,05	32,3	48.313
legpluimvee.eq	47.381.331	0,687	32.551	1,01	0,67	32.063	1,02	0,82	39.630	1,03	0,81	39.530
slachtpluimvee.eq	41.199.162	0,439	18.086	1,09	0,46	20.657	1,11	0,60	27.439	1,24	0,61	31.163
totaal eigen berekeningen			594.677			585.422			639.081			619.027
P₂O₅												
rundvee zomer	2.471.731	22,3	55.120	1,00	22,9	56.603	1,00	23,0	56.850	0,96	22,1	52.440
rundvee winter	2.471.731	19,9	49.187	1,00	19,3	47.704	1,00	18,1	44.738	0,96	17,3	41.051
rundvee totaal	2.471.731	42,2	104.307	1,00	42,2	104.307	1,00	41,1	101.588	0,96	39,4	93.491
vleesvee.eq	1.094.197	12,6	13.787	1,22	11,9	15.886	1,38	11,0	16.610	1,38	12,2	18.422
vleeskalveren	596.966	5,5	3.283	1,01	5,2	3.135	1,04	5,3	3.290	1,07	5,3	3.385
vleesvarkens	6.976.304	5,53	38.579	1,01	5,9	41.572	1,01	5,6	39.458	1,02	5,6	39.849
fokvarkens.eq	1.424.542	16,7	23.790	1,02	16,4	23.830	1,02	18,4	26.736	1,05	18,2	27.223
legpluimvee.eq	47.381.331	0,459	21.748	1,01	0,45	21.535	1,02	0,49	23.681	1,03	0,49	23.913
slachtpluimvee.eq	41.199.162	0,253	10.423	1,09	0,27	12.125	1,11	0,25	11.433	1,24	0,25	12.772
totaal eigen berekeningen		0,995	215.917		1,003	222.389		1,005	222.796		1,006	219.055
totaal LEI berekeningen			217.078			221.831			221.647			217.687
K₂O												
rundvee zomer	2.471.731	90,7	224.186	1,00	87,1	215.288	1,00	92,0	227.399	0,96	87,9	208.575
rundvee winter	2.471.731	78,5	194.031	1,00	70,2	173.516	1,00	77,4	191.312	0,96	70,8	167.999
rundvee totaal	2.471.731	169,2	418.217	1,00	157,3	388.803	1,00	169,4	418.711	0,96	158,7	376.573
vleesvee.eq	1.094.197	41,0	44.862	1,22	45,0	60.071	1,38	47,2	71.272	1,38	48,1	72.631
vleeskalveren	596.966	9,4	5.611	1,01	9,2	5.547	1,04	9,2	5.712	1,07	9,2	5.877
vleesvarkens	6.976.304	10,68	74.507	1,01	10,4	73.279	1,01	9,9	69.756	1,02	9,9	70.447
fokvarkens.eq	1.424.542	24,17	34.431	1,02	23,8	34.582	1,02	22,0	31.967	1,05	22,6	33.804
legpluimvee.eq	47.381.331	0,373	17.673	1,01	0,38	18.185	1,02	0,44	21.265	1,03	0,44	21.473
slachtpluimvee.eq	41.199.162	0,318	13.101	1,09	0,33	14.819	1,11	0,34	15.549	1,24	0,35	17.880
totaal eigen berekeningen		0,999	608.403		1,004	595.287		1,005	634.231		1,007	598.685
totaal LEI berekeningen			609.000			592.968			630.806			594.290

Bron: eigen berekeningen, zie tekst voor toelichting

NB een deel van de mineralenexcretie van rundvee gedurende de zomer komt in de mestkelder terecht

Tabel 25 Stikstofbelasting van de Nederlandse landbouwbodem voor de jaren 1989 tot en met 1992, hoeveelheden in miljoenen kg N

	1989	1990	1991	1992
N excretie door landbouwhuisdieren	594	585	639	619
NH ₃ emissie uit dierlijke mest	171	155	161	120
mestexport naar buitenland	3	6	7	11
dierlijke mest op landbouwbodem	▲ 420	▲ 424	471	488
kunstmest op landbouwbodem	455	412	400	392
NH _x depositie op landbouwbodem	61	61	62	55
NO _y depositie op landbouwbodem	32	28	27	28
overige toevoer op landbouwbodem	39	39	39	39
totale N belasting landbouwbodem	1007	964	999	1002
verzuringksengetallen				
NH _x depositie in mol/ha.jaar	2190	2170	2210	1960
NO _y depositie in mol/ha.jaar	1160	990	950	990
NH ₃ emissie in % van de excretie	29%	27%	25%	19%
NH _x depositie op de totale Nederlandse bodem in miljoenen kg N	110	109	111	99
fosfaatkengetallen				
fosfaatexcretie door landbouwhuisdieren	217	222	222	218
fosfaatoverschot op bedrijfsniveau	64,5	68,4	77,8	79,2
berekende fosfaatexport		7,4	18,6	12,4
geregistreerde fosfaatexport	1,7	3,2	3,4	5,6

▲ herziening van tweede resp. derde nationale milieuverkenning
landbouwbodem omvat 2 miljoen ha, totale Nederlandse bodem 3,6 miljoen ha
fosfaatkengetallen in miljoenen kg P₂O₅
Bron: zie tekst

5.3 STIKSTOFBELASTING VAN DE NEDERLANDSE LANDBOUWBODEM

Het cijfermateriaal van de ammoniakemissie berekeningen kan ook gebruikt worden voor het vaststellen van de stikstofbelasting van de Nederlandse landbouwbodem. In tabel 25 wordt dit voor de jaren 1989 tot en met 1992 uitgewerkt.

■ *dierlijke mest als basisbelasting*

De basisbelasting van de landbouwbodem wordt gevormd door de stikstof die door alle categorieën landbouwhuisdieren wordt uitgescheiden. In tabel 23 zijn de aantallen landbouwhuisdieren per diercategorie vermeld. Wanneer meerdere dieren tot één diercategorie behoren, worden deze via de forfaitaire fosfaatproduktienorm omgerekend. Zo is een kalf (jongvee 0-1 jr vr) gelijk aan 9/41 melkkoe en een pink (jongvee >1 jr vr) gelijk aan

18/41 melkkoe. De aantallen dieren zijn in absolute getallen gegeven en ook relatief ten opzichte van 1989. In tabel 24 is voor de betreffende jaren de mineralenuitscheiding door landbouwhuisdieren weergegeven.

Deze tabel is ontstaan door steeds per diercategorie het aantal dieren te vermenigvuldigen met de N, P₂O₅ of K₂O uitscheiding in kg per gemiddeld aanwezig dier. De gebruikte excretiefactoren voor 1990, 1991 en 1992 zijn besproken in hoofdstuk 3 en die voor 1989 zijn ontleend aan de tweede nationale milieuverkenning (Hoogervorst, 1991). Vergelijking met de resultaten van de LEI modellen laat voor P₂O₅ en K₂O een afwijking van maximaal 0,7% zien. Omdat de LEI modellen geen informatie geven over de landelijke stikstofexcretie, is op grond van de goede overeenkomst voor P₂O₅ en K₂O de in tabel 24 weergegeven stikstofexcretie gebruikt voor de verdere berekeningen in dit rapport.

In tabel 25 wordt de belasting door de landelijke stikstofexcretie verminderd met de ammoniakemissie die afkomstig is van dierlijke mest en met de stikstof die via geëxporteerde pluimveemest Nederland verlaat.

De mestexport, uitgedrukt in miljoenen kg fosfaat, is gebaseerd op de geregistreerde afleveringsbewijzen van veehouders die mest van hun bedrijf afvoeren (Stichting Landelijke Mestbank, 1993a, 1993b). Het derde blok van tabel 25 geeft informatie over de hoeveelheden die uitgevoerd zijn. Op basis van de excretiecijfers in tabel 7 en rekening houdend met 10% stikstofverlies in de stal als ammoniak, is aangenomen dat de geëxporteerde pluimveemest per kg fosfaat 2 kg stikstof bevat. De aldus berekende hoeveelheid stikstof die met mestexport naar het buitenland verdwijnt, is in blok één van tabel 25 aangegeven. De LEI modellen berekenen een grotere mestexport naar het buitenland, de hierdoor veroorzaakte afwijking bij de berekening van de ammoniakemissie bedraagt echter enkele procenten. Voor 1992 wordt de ammoniakemissie onderschat met 0,8 miljoen kg NH₃: er wordt namelijk $(12,4 - 5,6) * 2 = 13,6$ miljoen kg meer stikstof in Nederland aangewend en bij aanwending op bouwland vervluchtigt volgens tabel 11 10% van N_m ofwel 5% van de totale stikstof. Voor 1991 en 1990 bedraagt de onderschatting 6,5 respectievelijk 1,8 miljoen kg NH₃, dit dient verrekend te worden met een overschatting van 0,6 miljoen kg NH₃ als gevolg van een te hoog berekend kunstmestverbruik (zie tabel 22).

■ *fosfaatoverschot op bedrijfsniveau*

In tabel 25 is in het derde blok vermeld het door het LEI model berekende mestoverschot op bedrijfsniveau, uitgedrukt in miljoenen kg fosfaat. Dit bedrag geeft de hoeveelheid mest aan die naar andere bedrijven wordt afgezet, naar de centrale mestverwerking gaat of wordt geëxporteerd. Het fosfaatoverschot voor 1992 komt overeen met de 77 miljoen kg overschot op basis van afleveringsbewijzen (Stichting Landelijke Mestbank, 1993b). Op 1 januari 1991 is de tweede fase van de mestregelgeving ingegaan. De jaarlijkse gebruiksnormen voor grasland zijn verlaagd van 250 naar 200 kg P₂O₅ per ha, voor mais-

land van 350 naar 250 kg P_2O_5 per ha en voor bouwland zijn ze gelijk gebleven, namelijk 125 kg P_2O_5 per ha. Deze aanscherping vertaalt zich in een toename van het fosfaatoverschot op bedrijfsniveau met circa 10 miljoen kg fosfaat.

■ *belasting via kunstmest en depositie*

De basisbelasting met dierlijke mest wordt vermeerderd met de hoeveelheid stikstofkunstmest, die ontleend is aan de Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen (LEI, 1991 en recentere jaren). De landbouwbodem wordt verder belast met de depositie van NH_x (RIVM, 1993b) en NO_y ¹. De depositie is berekend door vermenigvuldiging van het aantal mol/ha.jaar met 14 gram en met het oppervlak van de landbouwbodem (2 miljoen ha).

De post overige toevoer bestaat uit afgewerkte champost, zuiveringsslib en GFT-compost en is voor het jaar 1990 ontleend aan de derde nationale milieuverkenning, de andere jaren zijn hieraan gelijkgesteld.

■ *relatie NH_3 emissie en NH_x depositie*

Het tweede blok van tabel 25 geeft nog enkele kengetallen voor ammoniak.

De NH_3 emissie uit dierlijke mest, uitgedrukt als percentage van de stikstofexcretie, loopt van 29% in 1989 terug naar 19% in 1992.

De hoeveelheid NH_x die via depositie terechtkomt op de *totale* Nederlandse bodem is voor een deel afkomstig van Nederlandse bronnen en voor een kleiner deel van buitenlandse bronnen (zie figuur 1d).

In het jaar 1989 was de totale NH_3 emissie 234 miljoen kg ofwel 193 miljoen kg stikstof (RIVM, 1991a), voor de jaren daarna wordt verwezen naar tabel 21.

De totale depositie van NH_x is berekend door het aantal mol per ha om te rekenen naar gram stikstof per ha door vermenigvuldiging met 14 en deze uitkomst te vermenigvuldigen met het totale aantal ha in Nederland (3,6 miljoen ha).

Het buitenlandse aandeel in de NH_x depositie bedroeg in 1989 19% (Heij et al., 1992) zodat de NH_x depositie van 110 miljoen kg N opgebouwd is uit 89 miljoen uit Nederland en 21 miljoen (= 19%) uit het buitenland. De netto export bedraagt dus $193 - 89 = 104 - 21 = 83$ miljoen kg N.

In 1992 bedroeg de NH_3 emissie 140 miljoen kg N en de totale NH_x depositie 99 miljoen kg N. De netto export bedraagt dus 41 miljoen kg N, deze daling is voornamelijk het gevolg van de afname van de Nederlandse ammoniakemissie.

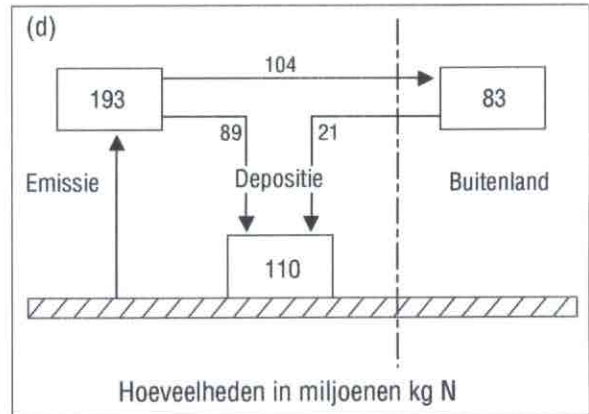
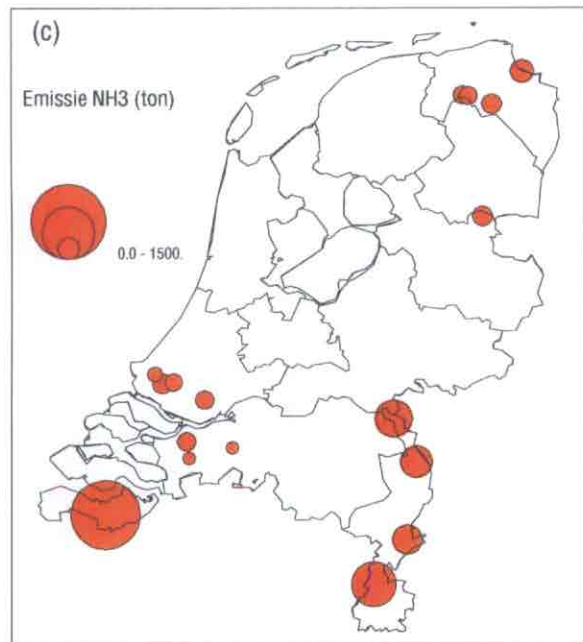
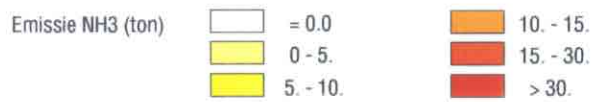
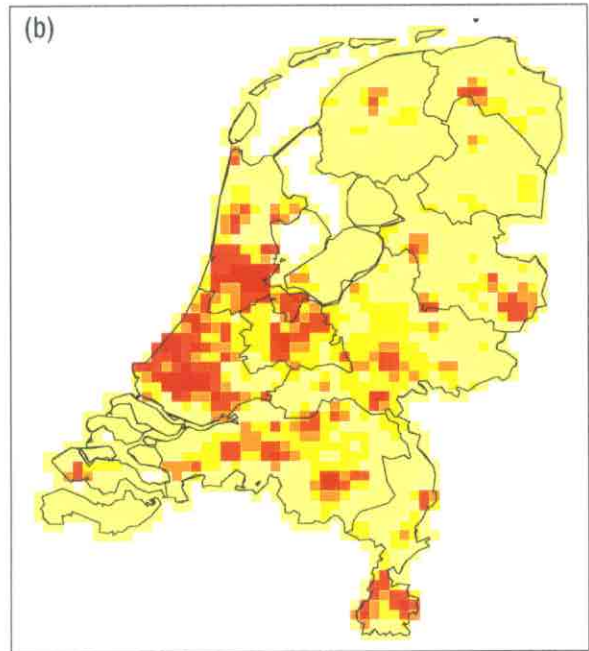
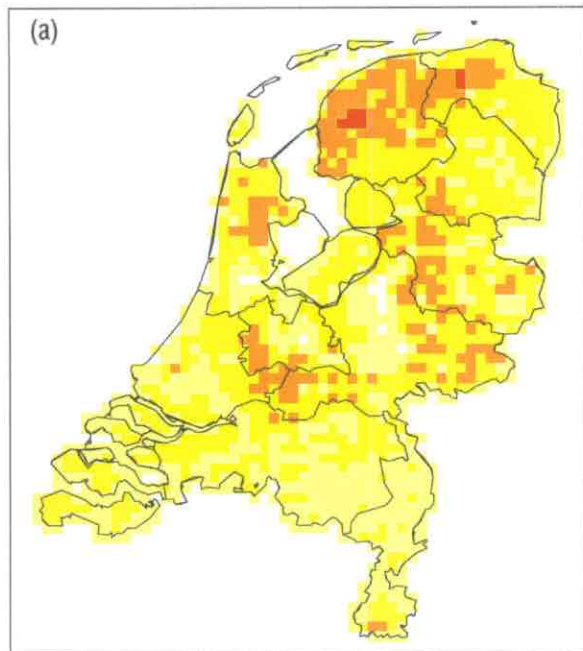
¹1989/1990: RIVM 1991b, pag 30; 1991: RIVM 1992, pag 105; 1992: RIVM 1994.

LITERATUUR

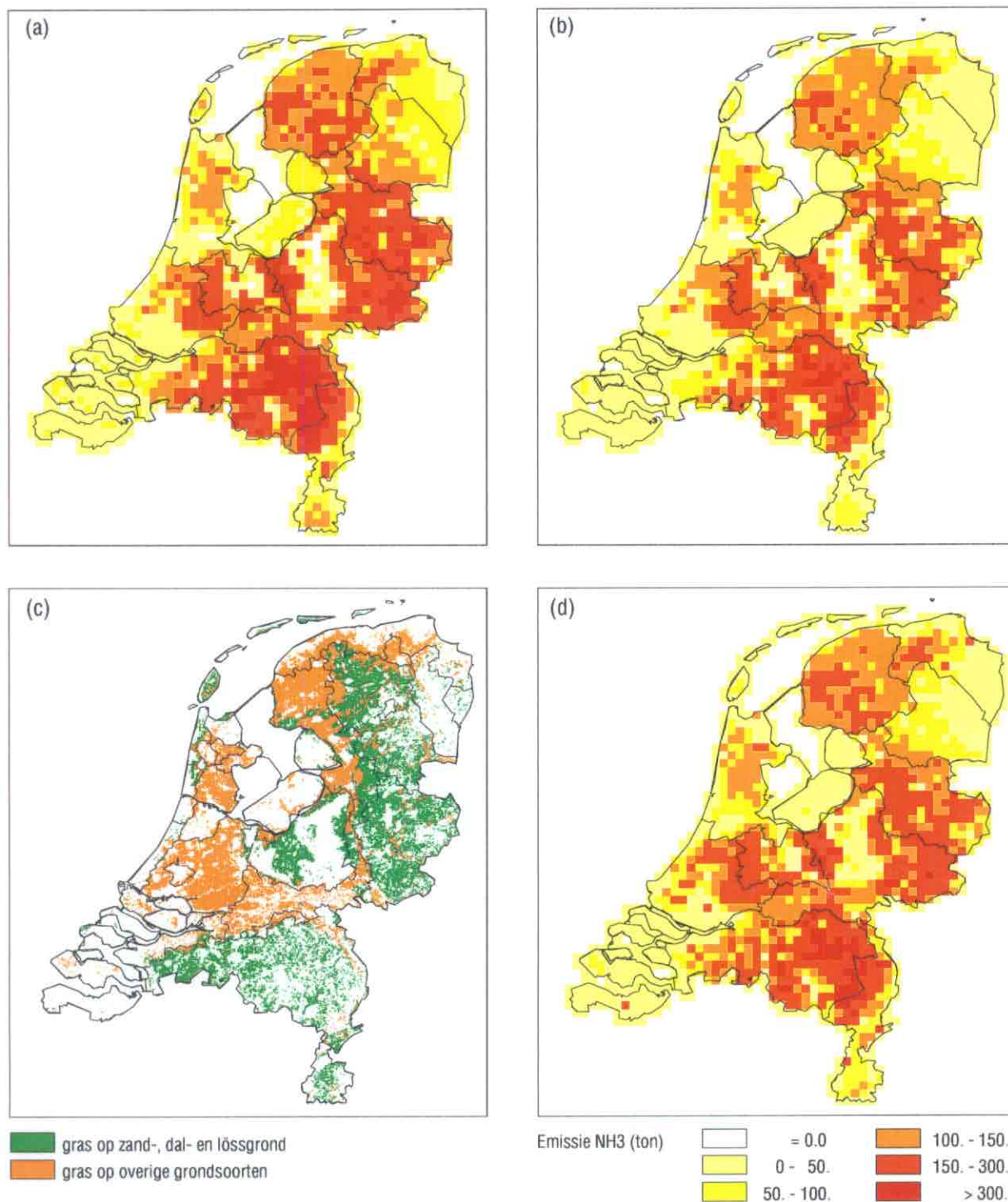
- Asman, W.A.H., 1992. Ammonia emission in Europe: updated emission and emission variations. RIVM-rapport 228471008, Bilthoven.
- Beek, C.G.E.M. van, W. Walther, 1992. Regels voor het gebruik van dierlijke mest in West-Europa. Milieu no 4, 107-112.
- Besluit mestbassins Hinderwet, 1990. Besluit van 13 december 1990, houdende regels voor het bewaren van dunne mest in bassins. Staatsblad, nummer 618.
- Besluit gebruik dierlijke meststoffen, 1991. Besluit van 13 juli 1991, houdende wijziging van het Besluit gebruik dierlijke meststoffen. Staatsblad, nummer 385.
- Bode, M.J.C. de, 1991. Odour and ammonia emissions from manure storage. In: Odour and ammonia emissions from livestock farming. Edited by V.C. Nielsen, J.H. Voorburg, P. L'Hermite, pp 59-66. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- 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., M. Bruins, 1991. Beperking van de NH₃-emissie bij verschillende toedieningstechnieken voor dunne mest op grasland. Meststoffen 3, 31-36.
- Chardon, W.J., J. van der Molen, H.G. van Faassen, 1991. Modelling ammonia emissions from arable land. In: Odour and ammonia emissions from livestock farming. Edited by V.C. Nielsen, J.H. Voorburg, P. L'Hermite, pp 156-165. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Coppoolse, J., A.M. van Vuuren, J. Huisman, W.M.M.A. Janssen, A.W. Jongbloed, N.P. Lenis, P.C.M. Simons, 1990. De uitscheiding van stikstof, fosfor en kalium door landbouwhuisdieren, Nu en morgen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 5. DLO, Wageningen.
- Duesmann, H.B., E.A.E.M. Kohnen, B. Loos, 1993. Procesbeschrijvingen industrie. Productie van stikstof-kunstmest. RIVM-rapport 773006147, Bilthoven.
- Eerdt, M.M. van, 1990. Voederrantsoenen en mestproductie van rundvee. Kwartaalbericht Milieustatistieken no 3, p 4-10.
- Eerdt, M.M. van, 1991. Mest- en mineralenproductie van schapen en geiten. Kwartaalbericht Milieustatistieken no 3, p 30-33.
- Eerdt, M.M. van, 1992. Nieuwe berekening van de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest per dier, 1990. Maandstatistiek van de landbouw no 2, p 28-31.
- Eerdt, M.M. van, C. Stiggelbout, 1992. Belasting van landbouwgrond met zware metalen, 1980-1990. Kwartaalbericht Milieustatistieken no 3, p 4-10.
- Erisman, J.W., 1989. Ammonia emissions in the Netherlands in 1987 and 1988. RIVM-rapport 228471006, Bilthoven.
- Frénay, J.W., G.Chr. Bouquet, 1993. Ondergrondse betonnen opslagsystemen voor mengmest. Voorstudie, ontwerp en uitvoering. IMAG rapport 92-14, Wageningen.
- Frénay, J.W., J. Zijlstra, 1992. Gesloten opslagsystemen voor mengmest. In: Verslag Symposium Mestbehandeling op de boerderij. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 15. DLO, Wageningen.
- Groot Koerkamp, P.W.G., 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport pluimvee. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 8D. DLO, Wageningen.
- Hannessen, H., K.W. van der Hoek, 1992. Van ammoniakonderzoek naar regelgeving, een zorgvuldige afweging. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 15. DLO, Wageningen.
- Heidemij/TNO, 1993. Evaluatie NH₃-beleid. Heidemij Advies, rapportnummer 636/AA92/A582/07083M.
- Heij, G.J., J.W. Erisman en W. de Vries, 1992. De effecten van atmosferische depositie op het Nederlandse bos. Milieu no 4, 101-106.

- Hoek, K.W. van der, 1988. Toelichting op nieuwe tabel met gemiddelde samenstelling van dierlijke meststoffen. De Buffer 34, 63-72.
- Hoek, K.W. van der, L. Snel, 1989. Ammoniak-emissiefactoren voor de veehouderij in 1991, 1995 en 2000 t.b.v. LEI scenario studies. Rapport Consultantschap in algemene dienst voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de Veehouderij en voor de Bedrijfsuitrusting in de Veehouderij, Wageningen.
- Hoogervorst, N.J.P., 1991. Het landbouwscenario in de Nationale Milieuverkenning 2: uitgangspunten en berekeningen. RIVM-rapport 251701005, Bilthoven.
- Huizinga, K., 1994. Procesbeschrijvingen industrie. Procesbeschrijving zetmeelindustrie. RIVM-rapport 773006165, Bilthoven.
- Huizinga, K., A.W.H.M. Hoogenkamp, 1994. Procesbeschrijvingen industrie. AKZO Delfzijl. RIVM-rapport 773006164, Bilthoven.
- Hulskotte, J.H.J., A.J.C.M. Matthijsen, 1992. Procesbeschrijvingen industrie. Productie van suiker. RIVM-rapport 736301110, Bilthoven.
- Jarvis, S.C., D.W. Bussink, 1990. Nitrogen losses from grazed swards by ammonia volatilization. In: Soil-Grassland-Animal Relationships, Proceedings 13th General Meeting of the European Grassland Federation. Edited by N. Gáborcik, V. Krajcovic and M. Zimková, pp 13-17. The Grassland Research Institute, Banská Bystrica.
- Kaskens, H.J.M., J.J. Verburgh, A.J.C.M. Matthijsen, 1992. Procesbeschrijvingen industrie. Productie van steenwol. RIVM-rapport 736301114, Bilthoven.
- Kroodsmma, W., J.W.H. Huis in 't Veld, R. Scholtens, 1993. Ammonia emission and its reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35, 293-302.
- Landbouwstatistieken, 1990 t/m 1993. Land- en tuinbouw telling. Nationaal Instituut voor de Statistiek, Brussel.
- LEI, 1991. Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen, 1988/89. LEI-DLO, Den Haag. Cijfers van recente jaren zijn gebruikt.
- LEI-CBS, 1993. Landbouwcijfers 1993. LEI-DLO, Den Haag en CBS, Voorburg.
- LEI-DLO, 1993. Berekeningen in opdracht van het RIVM (data op tape).
- LNV, VROM, 1987. Ammoniak en Veehouderij. Richtlijn in het kader van de Hinderwet (Ecologische Richtlijn).
- LNV, VROM, 1990. Plan van aanpak beperking ammoniak-emissie van de landbouw. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 18225, nrs 42 en 43.
- LNV, VROM, 1991. Richtlijn ammoniak en veehouderij 1991. (richtlijn in het kader van de Hinderwet). Aangevuld in december 1991 en november 1993.
- Luesink, H.H., 1993. Verkenning infrastructurele voorzieningen in 2000 voor mestafzet. LEI Onderzoekverslag 103, Den Haag.
- Luesink, H.H. en M.Q. van der Veen, 1989. Twee modellen voor de economische evaluatie van de mestproblematiek. LEI Onderzoekverslag 47, Den Haag.
- MER CNC, 1991. Milieu effect rapport voor de vervaardiging van substraat voor de champignonsteelt door de CNC te Milsbeek. Haskoning, Nijmegen.
- Molen, J. van der, D.W. Bussink, N. Vertregt, H.G. van Faassen, D.J. den Boer, 1989. Ammonia volatilization from arable and grassland soils. In: Nitrogen in organic wastes applied to soils. Edited by J.Aa. Hansen and K. Henriksen, pp 185-201. Academic Press, London.
- Molen, J. van der, H.G. van Faassen, M.Y. Leclerc, R. Vriesema, W.J. Chardon, 1990a. Ammonia volatilization from arable land after application of cattle slurry. 1. Field estimates. Neth. J. Agric. Sci. 38, 145-158.
- Molen, J. van der, A.C.M. Beljaars, W.J. Chardon, W.A. Jury, H.G. van Faassen, 1990b. Ammonia volatilization from arable land after application of cattle slurry. 2. Derivation of a transfer model. Neth. J. Agric. Sci. 38, 239-254.

- Monteny, G.J., 1993. Ammoniakemissiebeperking door middel van in- en onderwerktechnieken op kleibouland en grasland. IMAG nota P 93-11, Wageningen.
- NMP, 1989. Nationaal Milieubeleidsplan, Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21137, nrs. 1-2.
- Oosthoek, J., W. Kroodsmā, P. Hoeksma, 1991. Ammonia emission from dairy and pig housing systems. In: Odour and ammonia emissions from livestock farming. Edited by V.C. Nielsen, J.H. Voorburg, P. L'Hermite, pp 31-42. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Pouwelse, J.W., 1992. Milieukosten van de landbouw 1989-1991. Kwartaalbericht Milieustatistieken no 3, p 11-18.
- Pouwelse, J.W., 1994. Milieukosten van de landbouw 1992. Kwartaalbericht Milieustatistieken no 1, p 24-31.
- Prins-Dirven, J.J.M., 1990. Produktie van dierlijke mest, 1988. Maandstatistiek van de landbouw no 5, p 38-42.
- RIVM, 1991a. Nationale Milieuverkenning 2 1990-2010. Samson H.D. Tjeenk Willink: Alphen aan den Rijn.
- RIVM, 1991b. Luchtkwaliteit. Jaaroverzicht 1990. RIVM-rapport 222101015, Bilthoven.
- RIVM, 1992. Milieudiagnose 1991. II. Luchtkwaliteit. RIVM-rapport 222101022, Bilthoven.
- RIVM, 1993a. Nationale Milieuverkenning 3 1993-2015. Samson H.D. Tjeenk Willink: Alphen aan den Rijn.
- RIVM, 1993b. Depositiewaarden van ammoniak in 1990, 1991 en 1992 in Nederland. RIVM-rapport 733001002, Bilthoven.
- RIVM, 1994. Milieurapportage 1993. III. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1992. RIVM-rapport 722101006, Bilthoven.
- Snel, L., 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport rundvee. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 8B. DLO, Wageningen.
- Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1989 t/m 1993. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Stichting Landelijke Mestbank, 1993a. Afzet van dierlijke mest in de periode 1988-1991. Rapportage op basis van de geregistreerde afleveringsbewijzen. Nijkerk.
- Stichting Landelijke Mestbank, 1993b. Afzet van dierlijke mest in 1992. Rapportage op basis van de geregistreerde afleveringsbewijzen. Nijkerk.
- Velthof, G.L., O. Oenema, J. Postmus, W.H. Prins, 1990. In-situ field measurements of ammonia volatilization from urea and calcium ammonium nitrate applied to grassland. Meststoffen 1/2, 41-45.
- Verdoes, N., 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport varkens. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 8C. DLO, Wageningen.
- Werkgroep Uniformering mest- en mineralencijfers (redactie M.M. van Eerdt), 1993. Uniformering berekening mest en mineralen. Standaardcijfers varkens 1990. CBS, IKC-Veehouderij, LAMI, LEI-DLO, RIVM en SLM.
- Whitehead, D.C., N. Raistrick, 1990. Ammonia volatilization from five nitrogen compounds used as fertilizers following surface application to soils. Journal of Soil Science 41, 387-394.
- Winkel, K. de, 1988. Ammoniak-emissiefactoren voor de veehouderij. VROM Publikatiereeks Lucht 76.



Figuur 1:
 a en b. Ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie per 5 bij 5 km roostervlak.
 a = aanwending van kunstmest 1992 b = huishoudens 1992
 c. Ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie uit industriële bronnen 1992.
 d. Schematisch overzicht van de ammoniakemissie en -depositie in 1989.



Figuur 2:
 a, b, en d. Ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie per 5 bij 5 km roostervlak.
 a = dierlijke mest 1991 b = dierlijke mest 1992 d = alle bronnen 1992
 c. Ruimtelijke verdeling van grasland op zand-, dal- en lössgronden en op overige grondsoorten.