

H. Leneman (LEI-DLO)
D.A. Oudendag (LEI-DLO)
K.W. van der Hoek (RIVM)
P.H.M. Janssen (RIVM)

Mededeling 602
RIVM rapport 722108023

GEVOELIGHEIDSANALYSE BEREKENING AMMONIAKEMISSIE

Effect van variatie in penetratiegraden en
emissiefactoren op de ammoniakemissie

Januari 1998



L27-602
C

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

REFERAAT

GEVOELIGHEIDSANALYSEBEREKENING AMMONIAKEMISSION; EFFECT VAN VARIATIE IN PENETRATIEGRADEN EN EMISSIEFACTOREN OP DE AMMONIAKEMISSION

Leneman H., D.A. Oudendag, K.W. van der Hoek en P.H.M. Janssen

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998

Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 1998

Mededeling 602/RIVM-rapport 722108023

ISBN 90-5242-428-4

58 p., fig., tab., bijl.

Voor het monitoren van het ammoniakbeleid gericht op de landbouw is het van belang inzicht te hebben in de factoren die de hoogte van de ammoniakemissie beïnvloeden. Emissiefactoren en penetratie van emissiebeperkende technieken zijn voorbeelden van deze factoren. De vraag is wat het effect is van variatie rondom emissiefactoren en penetratiegraden op de hoogte van de ammoniakemissie.

In het algemeen blijkt dat variatie rondom de emissiefactoren van meer invloed is op de hoogte van de ammoniakemissie dan de penetratiegraden van staltypen en mestaanwendingstechnieken. Deze conclusie geldt voor de monitoring van de ammoniakemissie op nationaal en provinciaal niveau. Op kleinere schaal kan de structuur van de landbouw sterk afwijken van het nationale c.q. provinciale beeld. Dit kan van invloed zijn op de prioriteitsstelling bij de verbetering van de monitoring van de ammoniakemissie.

Ammoniakemissie/Ammoniakbeleid/Monitoring/Ammoniakberekeningen

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doelstelling	10
1.3 Uitvoering	10
1.4 Opbouw rapportage	11
2. UITGANGSPUNTEN EN AANNAMEN	12
2.1 Stikstofexcretie van landbouwhuisdieren	12
2.2 Vervluchtigingspercentages voor NH ₃ uit stallen, beweiding en mestaanwending	13
2.3 Bandbreedte van de toegepaste vervluchtigingspercentages	13
2.4 Penetratiegraden van staltypen, beweidingssystemen en mestaanwendingstechnieken	16
2.5 Bandbreedte van de toegepaste penetratiegraden	16
3. QUICK SCAN GEVOELIGHEIDSANALYSE	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Werkwijze	18
3.3 Resultaten	21
3.4 Conclusie	24
4. GEVOELIGHEIDSANALYSE MET DE MEST- EN AMMONIAK-MODELLEN VAN LEI-DLO	26
4.1 Inleiding	26
4.2 Mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO	26
4.3 Effecten van aannamen op de ammoniakemissie op regionaal niveau	28
4.3.1 Inleiding	28
4.3.2 Mesttransportstromen en ammoniakemissie	29
4.3.3 Verdeling van melkvee over ligboxenstal en grupstal	30
4.3.4 Gebruik van regionale WUM-cijfers	31
4.4 Resultaten van de varianten	32
4.4.1 Variantkeuze	32
4.4.2 Resultaten Nederland	33
4.4.3 Resultaten Friesland en Noord-Brabant	35

	Blz.
5. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	37
5.1 Discussie	37
5.2 Conclusies	39
6. AANBEVELINGEN VOOR VERBETERING VAN DE MONITORING VAN DE AMMONIAKEMISSION	40
LITERATUUR	42
BIJLAGEN	45
1. Landelijke stikstofexcretiecijfers 1995 in kilogram per aanwezig dier per jaar en dieraantallen volgens Landbouwtelling 1995 zoals gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse met de Quick Scan	46
2. Regionale stikstofexcretiecijfers 1995 in kilogram per aanwezig dier per jaar en dieraantallen volgens Landbouwtelling 1995 voor Friesland en Noord-Brabant zoals gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse met de Quick Scan	49
3. Grondslagen voor de prototype berekeningen	51
4. Prototypeberekeningen met gemiddelde waarden en 1-procentvariaties	53
5. Indeling van Nederland in 31 mestregio's	57

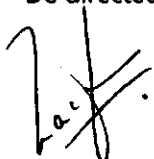
WOORD VOORAF

Nu het Ammoniakbeleid in gang is gezet (afdekken mestopslag, emissie-arm mestaanwenden, ammoniakreductieplannen, enzovoort) is er behoefte om te onderzoeken of dit beleid effect heeft. Monitoren van de ammoniak-emissie is een mogelijkheid om het effect van het beleid te kunnen registreren. Daarbij rijst de vraag of het systeem van monitoring kan worden verbeterd. In dit onderzoek wordt daartoe ingegaan op "de belangrijkste" emissiebepalende factoren, te weten emissiefactoren en penetratiegraden. Onderzocht is wat het effect/ belang is van onzekerheden met betrekking tot deze factoren op de hoogte van de ammoniakemissie. Uit de resultaten kan worden afgeleid welke zaken de meeste aandacht moeten krijgen om tot een verbetering van de monitoring te komen.

Dit onderzoek is uitgevoerd door LEI-DLO en het RIVM in opdracht van het Ministerie van VROM. Contactpersoon was dhr. S.M. Smeulders van de directie Lucht en Energie (DGM).

Onze dank gaat uit naar de heren R. Smeenge van de Provincie Gelderland en C. Venderbos van de provincie Noord-Brabant die enkele malen tijdens het onderzoek mee hebben gedacht met de opzet en inhoudelijk commentaar hebben geleverd. Daarnaast gaat onze dank uit naar dhr. J. Dijk (LEI-DLO), mw. M.M. van Eerd (CBS), dhr. N.J.P. Hoogervorst (RIVM) en de leden van de Werkgroep Landbouw (vallend onder de vlag van de Coördinatie Commissie Doelgroep Monitoring) die het rapport van het nodige commentaar hebben voorzien. En tot slot dank aan Brigitte van Oord (LEI-DLO), die van de stukken van vier auteurs een geheel heeft weten te maken.

De directeur van LEI-DLO,



L.C. Zachariasse

De directeur van het RIVM,



N.D. van Egmond

Den Haag/Bilthoven, 1998

SAMENVATTING

Het monitoren van de ammoniakemissie in Nederland is voor de evaluatie van het nationale en regionale ammoniakbeleid van belang. Bij dit monitoren wordt gebruikgemaakt van modelberekeningen. Een correcte monitoring met modellen staat of valt met de gebruikte modelinvoergegevens.

Uit recent onderzoek (Klein et al., 1996) blijkt dat de volgende factoren van grote invloed zijn op de ammoniakemissie:

- dieraantallen;
- stalsystemen;
- methoden van aanwending van dierlijke mest;
- excretie van stikstof.

De dieraantallen worden elk jaar in de Landbouwtelling vastgelegd en zijn in deze studie als gegeven beschouwd. Over de juistheid van de modelinput van de stalsystemen en de methoden van aanwending van dierlijke mest bestaat onzekerheid. Daarbij moet voor beide factoren een onderscheid worden gemaakt naar het gebruik van emissiearme methoden en de bijbehorende vervluchtigingspercentages. Voor de factor stikstofexcretie geldt dat zowel de hoogte van de excretie als ook regionale verschillen in excretie van belang zijn. Regionale verschillen in excretie zijn vooral geconstateerd bij de rundveestapel.

Het is op dit moment moeilijk de kwantitatieve effecten van deze onzekerheden en variaties in te schatten. Om deze reden is de doelstelling van het onderzoek als volgt geformuleerd:

1. aangeven wat het kwantitatieve effect is van de onzekerheden rond de penetratiegraden en de emissiefactoren voor de berekeningen van de ammoniakemissie op nationaal niveau;
2. aangeven wat het kwantitatieve effect is van het verschil in stikstofexcretie bij rundvee en van de onzekerheid rond penetratiegraden en emissiefactoren op de berekeningen van de ammoniakemissie op regionaal niveau;
3. op basis van de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse het doen van aanbevelingen voor het verbeteren van de monitoring (inclusief actoren en tijdsplanning).

Om de tijd voor het doorrekenen van de regionale effecten te beperken, is gekozen om voor twee "extreme" provincies de effecten door te rekenen. Het gaat hier om Noord-Brabant, met relatief veel intensieve veehouderij, en Friesland, met veel melkveehouderij.

Het onderzoek is uitgevoerd in de vorm van een gevoeligheidsanalyse. Eerst zijn per diergroep en per emissiebron schattingen gemaakt van onzekerheden bij de emissiefactoren en de penetratiegraden. Dit zowel voor Nederland als ook voor de twee genoemde provincies.

Met deze onzekerheden is in een eerste verkenning met een prototype-model voor de ammoniakemissie (RIVM) het belang van de bovenstaande factoren voor de ammoniakemissieberekeningen bepaald. Deze verkenning leverde een selectie van de uiteindelijk verfijnder (met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO) door te rekenen situaties op. Bij deze berekeningen vormen de ammoniakemissies, zoals berekend in het voorjaar van 1997 voor het jaar 1995 in het kader van de Milieubalans, uitgangspunt en vergelijkingsmateriaal.

Geconcludeerd wordt dat voor het nationaal en provinciaal ammoniakbeleid variatie in de hoogte van emissiefactoren belangrijker is voor de hoogte van de ammoniakemissie dan de variatie van penetratiegraden. Aanbevolen wordt daarom om meer aandacht te schenken aan het toekennen van de juiste emissiefactoren aan onderscheiden modelsituaties.

Verder treden bij het stellen van prioriteiten voor verbetering van de monitoring verschillen op tussen nationaal en regionaal niveau. Deze verschillen worden met name veroorzaakt door verschillen in relatieve omvang van de dierlijke sectoren. Enquêtering naar penetratiegraden zou ook rekening moeten houden met deze verschillen ten opzichte van de gemiddelde situatie, waar de modelberekeningen van uitgaan.

Op nationaal niveau is de emissiefactor voor het aanwenden van mest op zowel bouwland als grasland de belangrijkste bepalende factor en deze factor zou in het (model)onderzoek een hoge prioriteit moeten krijgen. Dit geldt ook voor de emissiefactor voor melkveestallen. Zowel op nationaal niveau als provinciaal niveau is dit een belangrijke bepalende factor voor de hoogte van de ammoniakemissie. Zowel nationaal als regionaal geldt dat pluimvee, vleeskalveren en mestopslagen relatief weinig aandacht behoeven. Het effect van de regionalisering van de excretie van melkvee op de ammoniakemissie is gering in verhouding tot de hierboven genoemde factoren.

Als belangrijkste actoren worden genoemd de Coördinatie Commissie Doelgroep Monitoring (CCDM) en de hieronder vallende werkgroep Landbouw voor het formuleren van onderzoeksvragen. Daarnaast vormen provincies en gemeenten belangrijke actoren voor het plannen en organiseren van monitoringsinspanningen.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het monitoren van de ammoniakemissie in Nederland is zowel voor nationaal (reductiedoelstellingen) als regionaal beleid (bijvoorbeeld ammoniakreductieplannen) van belang. Veelal worden voor dit monitoren modelberekeningen uitgevoerd. Aulbers en Tirion (1996) hebben een aantal modellen vergeleken en geconcludeerd dat de principes van de berekening van de ammoniakemissie in de modellen niet verschillen.

Belangrijke factoren die de ammoniakemissie beïnvloeden, zijn de dieraantallen, de stalsystemen, de wijzen van aanwending van dierlijke mest en de excretie van stikstof (GINA, Klein et al., 1996). Deze factoren vormen een deel van de invoer voor de modelberekeningen. Berekeningen met ammoniakemissiemodellen leveren verschillende resultaten doordat aannamen rond deze factoren verschillen (Aulbers en Tirion, 1996).

Met name rond de aannamen over penetratie van emissiebeperkende technieken, zoals stalsystemen en aanwendingsmethoden voor dierlijke mest, en rond de gehanteerde emissiefactoren, behorende bij deze technieken, bestaat onzekerheid. In het concept protocol voor de monitoring van de ammoniakemissie, opgesteld ten behoeve van doelgroepmonitoring (VROM-HIMH, Dorenbosch et al., 1996), is de verzameling van de gegevens met betrekking tot penetratiegraden en emissiefactoren, zoals voor Milieubalans 1995 uitgevoerd, beschreven. Uit dit protocol komt naar voren dat tot nu toe slechts weinig gegevens regelmatig worden verzameld c.q. een update krijgen.

In Klein et al. (1996) wordt, zoals eerder al vermeld, de excretie van stikstof als een belangrijke factor voor de berekening van de ammoniakemissie genoemd. Hierbij kunnen met name regionale verschillen (rantsoensamenstelling, productie) van belang zijn. Veelal wordt bij ammoniakemissiemodellen uitgegaan van de nationale gemiddelde excretiecijfers van de Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (WUM). De WUM publiceert echter ook voor een deel regionaal gespecificeerde excretiecijfers (alleen melk- en jongvee -2 regio's).

Het is op dit moment moeilijk het kwantitatieve effect van de onzekerheid met betrekking tot aannamen voor emissiebeperkende technieken voor de berekening van de ammoniakemissie in te schatten. Dit is ook het geval voor regionale verschillen in excretie van stikstof. Wanneer in deze effecten meer inzicht wordt verkregen, kunnen keuzen met betrekking tot het verbeteren van de monitoring van de ammoniakemissie, bijvoorbeeld over de maat van het verzamelen van gegevens, beter worden onderbouwd.

1.2 Doelstelling

Het onderzoek heeft tot doel het identificeren van variabelen die een grote invloed hebben op de omvang van de ammoniakemissie uit dierlijke mest, zowel nationaal als regionaal en is dus te beschouwen als een gevoeligheidsanalyse.

De doelstelling van dit onderzoek is drieledig:

- het aangeven van het kwantitatieve effect van de variatie in penetratiegraden en emissiefactoren op de berekening van de ammoniakemissie voor geheel Nederland door middel van gevoeligheidsanalyse;
- het aangeven van het kwantitatieve effect van verschillen in stikstofexcretie en de variatie in penetratiegraden en emissiefactoren voor twee provincies op de berekening van de ammoniakemissie door middel van gevoeligheidsanalyse;
- het op basis van de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse formuleren van aanbevelingen voor verbetering van de monitoring, zoveel mogelijk met actoren en met een tijdsplanning.

1.3 Uitvoering

Het onderzoek is als volgt uitgevoerd:

Eerst zijn per diergroep (melkvee stal, melkvee weidend, vleesvee stal, vleesvee weidend, vleesvarkens, fokvarkens, legpluimvee en vleespluimvee) en per emissiebron (aanwenden, stallen, opslag, beweiding) inschattingen gemaakt van de aan te brengen bandbreedte bij emissiefactoren en bij penetratiegraden. Dit is gedaan voor Nederland als geheel. Naast monitoring op nationaal niveau is ook op een lager aggregatieniveau de ammoniakemissie van belang. Daarom zijn voor Friesland en Noord-Brabant, twee provincies met uiteenlopende landbouwstructuur, aparte berekeningen uitgevoerd met hetzelfde modelinstrumentarium als voor de nationale berekeningen.

Op basis van deze inschatting is een eerste verkenning (Quick Scan) naar het belang van het variëren van bovenstaande factoren uitgevoerd met behulp van een prototype van een ammoniakmodel. Deze verkenning levert een selectie van door te rekenen varianten op met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO.

De berekeningen zijn uitgevoerd met parameterwaarden die in het voorjaar van 1997 door het RIVM zijn gebruikt bij (niet eerder gepubliceerde) berekeningen van voorlopige emissieschattingen voor 1995. Het betreft alleen ammoniakemissie uit dierlijke mest. De emissie bedraagt 142,7 kton NH₃ en wijkt af van de gepubliceerde cijfers voor 1995 voorlopig (134,9 kton in Milieubalans 1996) en 1995 definitief (131,0 kton in Milieubalans 1997). Voor het doel van deze studie zijn die afwijkingen niet van belang.

De uitkomsten van deze berekeningen vormen de basis voor aanbevelingen voor het verbeteren van de monitoring van de ammoniakemissie in Nederland.

1.4 Opbouw rapportage

Hoofdstuk 2 omvat algemene uitgangspunten en aannamen. In hoofdstuk 3 worden de methoden en uitkomsten van de Quick Scan beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitkomsten van de berekeningen met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO. In de laatste twee hoofdstukken (5 en 6) worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor de verbetering van de monitoring van de ammoniakemissie.

2. UITGANGSPUNTEN EN AANNAMEN

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten en aannamen beschreven die gebruikt worden bij de Quick Scan analyse (hoofdstuk 3) en die vervolgens als invoer dienen voor de berekeningen met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO (hoofdstuk 4). De uitgangspunten en aannamen hebben betrekking op de volgende aspecten:

- stikstofexcretie van landbouwhuisdieren;
- vervluchtigingspercentages voor NH_3 uit stallen, beweiding en mestaanwending;
- bandbreedte van deze vervluchtigingspercentages;
- procentueel gebruik van staltypen, beweidingssystemen en mestaanwendingstechnieken (= penetratiegraden);
- bandbreedte van deze penetratiegraden.

Hierna wordt per aspect een verantwoording van de gemaakte keuzen gepresenteerd en wordt tevens aangegeven in welke gevallen regionale gegevens zijn toegepast.

2.1 Stikstofexcretie van landbouwhuisdieren

De gebruikte excretiefactoren hebben betrekking op het jaar 1995 en zijn aangeleverd door de WUM (Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers) (Van Eerdt, 1996). Op basis van de forfaitaire fosfaatexcretiefactoren zijn de diverse diercategorieën omgerekend naar de diercategorieën die als invoer dienen voor de LEI-DLO-modellen (bijlage 1). Hierbij is er conform de WUM van uitgegaan dat 40% van de mest die melkkoeien in de zomer uitscheiden, in de mestkelder opgevangen wordt. Dit heeft deels te maken met het gegeven dat de meeste melkkoeien in de zomer op stal gemolken worden en deels met het feit dat een deel van de koeien gedurende de nacht opgestald is. Voor de geaggregeerde diercategorie melkvee komt dit percentage neer op 30. Dit percentage is lager omdat bij de geaggregeerde melkvee-equivalenten ook het jongvee inbegrepen is. Het jongvee staat langer buiten dan het melkvee. Hierdoor neemt de mesthoeveelheid die gedurende de weideperiode in de stal valt af. Voor weidend vleesvee geldt dat 33% van de uitgescheiden stikstof in de stal terechtkomt en de overige 67% in de weide.

Bij de gevoeligheidsanalyses wordt ook gekeken naar effecten van variatie in beweidingduur van melkvee en weidend vleesvee. Hierbij wordt de verdeling van de N-excretie over stal en weide gevarieerd, terwijl de totale excretie onveranderd blijft. De bandbreedte van de hoeveelheid zomermest die in de stal terechtkomt is in deze studie gesteld op 50 en 150% van de gemiddelde waarde.

De getallen in bijlage 1 zijn landelijk gemiddelde excretiefactoren. Alleen voor melkkoeien en jongvee is er volgens de WUM aanleiding regionale excretiecijfers te presenteren. Voor Zuidoost-Nederland waar het rantsoen veel snijmaïs bevat, is de N-excretie per melkkoe equivalent in de winterperiode 79,8 kg N en in de zomerperiode 75,2 kg N. Voor Noordwest-Nederland, waar het rantsoen veel minder snijmaïs bevat, zijn deze getallen 80,6 respectievelijk 84,1 kg per melkkoe.eq. Voor de gegevens van de nationale en regionale excretiecijfers wordt verwezen naar bijlage 1 en 2.

Er is voor gekozen om bij de stikstofexcreties geen bandbreedten te hanteren. Het effect van x% meer/minder excretie betekent simpelweg x% meer/minder ammoniakemissie (mits alle mest in Nederland blijft).

2.2 Vervluchtigingspercentages voor NH₃ uit stallen, beweiding en mestaanwending

De gebruikte vervluchtigingspercentages voor stal, beweiding en mestaanwending staan vermeld in tabel 2.1 en dienen te worden opgevat als een percentage van de hoeveelheid uitgescheiden stikstof in de stal en in de weide en van de in de opslag aanwezige hoeveelheid stikstof. Voor mestaanwending heeft het percentage betrekking op de hoeveelheid stikstof die resteert nadat de stalemissie en de emissie tijdens opslag buiten de stal afgetrokken is van de uitgescheiden hoeveelheid stikstof. De vermelde percentages zijn ontleend aan de voorlopige uitgangspunten voor het basisjaar 1995 van de Milieubalans 1997. Bij de definitieve berekeningen voor de Milieubalans zijn iets andere percentages gebruikt 1).

2.3 Bandbreedte van de toegepaste vervluchtigingspercentages

De bandbreedten waarmee in deze studie is gerekend, staan eveneens vermeld in tabel 2.1. De bandbreedte voor de stalemissie is gebaseerd op meetresultaten van de DLO-stalmeetploeg gedurende de jaren 1992 tot 1997. Bij emissiemetingen aan emissiearme stallen werd soms een traditionele stal als referentiestal meegenomen (zie bijvoorbeeld Huis in 't Veld en Groenestein, 1995). Voor deze traditionele stallen voor vleesvarkens, zeugen, leghennen en vleeskuikens werd globaal een bandbreedte van 25% berekend ten opzichte van de gemeten emissiewaarde zoals die opgenomen is in de Uitvoeringsrege-

1) Bij de definitieve berekeningen voor het jaar 1995 in "Milieubalans 1997" is gebruikgemaakt van de emissiefactoren zoals die beschreven zijn in het rapport "Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992" (K.W. van der Hoek, 1994). Deze emissiefactoren zijn lager dan de emissiefactoren die voor dit onderzoek zijn gebruikt. Als gevolg hiervan is in "Milieubalans 1997" de totale ammoniakemissie lager dan in deze publicatie. Deze verlaging heeft echter geen effect op de conclusies van de gevoeligheidsanalyse.

ling Ammoniak en Veehouderij. Met nadruk wordt erop gewezen dat er bij de gemeten stallen soms verschil was tussen de emissie in een zomerperiode en in een winterperiode. De Beoordelingsrichtlijn voor emissiearme stalsystemen houdt hier rekening mee en schrijft voor dat in beide perioden gemeten dient te worden zodat een jaarbeeld verkregen wordt. De bandbreedte is dan ook gebaseerd op jaarrond gemeten emissiecijfers.

Er zijn zeer weinig emissiemetingen uitgevoerd bij rundveestallen, zodat dit geen indicatie oplevert voor de bandbreedte van de toegepaste vervluchtigingspercentages. Voor rundveestallen is daarom in deze studie uitgegaan van eenzelfde bandbreedte als voor stallen voor varkens en pluimvee. In tegenstelling tot varkens en pluimvee spelen bij rundvee meer factoren een rol bij de emissie van ammoniak. Te denken valt hierbij aan het melkproductieniveau van de koeien (en daaraan gekoppeld de stikstofexcretie), de rantsoensamenstelling (meer of minder snijmaïs) en het beweidingssysteem (resultierend in meer of minder stalemissie in de zomer).

Tabel 2.1 Overzicht van de gebruikte vervluchtigingspercentages en penetratiegraden van stallen, mestopslag buiten de stal, beweiding en mestaanwending, evenals de bijbehorende bandbreedten

	Vervluchtigingspercentage	Bandbreedte a) vervl. perc.	Penetratiegraad	Bandbreedte b) penetratiegraad
Stallen				
Grupstal melkvee	7,1	75-125	20	10-30
Ligboxen melkvee	14,6	75-125	80	90-70
Vleesvee	12,6	75-125	100	
Vleeskalveren	15,1	75-125	100	
Vleesvarkens	18	75-125	100	
Fokvarkens	19,5	75-125	100	
Grondhuisvesting leghennen	20	75-125	30	15-45
Mestbandbatterij leghennen	3,7	75-125	70	85-55
Vleeskuikens	10,6	75-125	100	
Mestopslag buiten de stal				
Melkvee	0,96	50-250	50	25-75
Vleesvee	0,49	50-250	50	25-75
Vleesvarkens	1,66	50-250	17	10-25
Fokvarkens	2,36	50-250	17	10-25
Leghennen	2,57	50-250	12	6-18
Beweiding				
Weidegang	8	50-150	100	
Mestaanwending grasland				
Sleepvoetenmachine	12,5	80-180	zie tabel 2.4	zie tabel 2.4
Zodebemester	5	75-200	idem	idem
Mestaanwending bouwland				
Mestinjectie	3,75	67-200	idem	idem
In 1 werkgang onderwerken	7,5	67-200	idem	idem
In 2 werkgangen onderwerken	10	50-225	idem	idem

a) Uitgedrukt als percentage van het vervluchtigingspercentage; b) Uitgedrukt in absolute waarden.

Naar verwachting zal dit een grotere bandbreedte opleveren. Het is echter niet duidelijk in welke frequentie de uitersten van deze bandbreedte zullen voorkomen en hoe groot de bandbreedte is.

Bij de emissie van mestopslag buiten de stal is gekozen voor een bandbreedte van 50 tot 250%. De reden voor de hoge bovengrens is dat de mest silo meer maanden van het jaar in gebruik kan zijn dan het aantal maanden waarop het vervluchtigingspercentage is gebaseerd.

De bandbreedte voor de beweidingsemissie is op 50% gesteld. Onderzoek uitgevoerd in de jaren 1987 tot 1990 laat vervluchtigingspercentages zien die uiteenlopen van 3,1 tot 14,4% van de uitgescheiden stikstof (Hassink et al., 1994). Op basis hiervan is bij de afgelopen Milieubalansen een gemiddeld vervluchtigingspercentage van 8% aangehouden.

Voor mestaanwending geldt een genuanceerder beeld. Onderzoek naar de emissievermindering bij mestaanwending op grasland liet voor de sleepvoetenmachine een spreiding zien van 50 tot 80% emissievermindering, vergeleken met bovengronds breedwerpig toegediende mest. De zodebemester en sleufkoutermachine reduceerden de emissie met meer dan 80% (Wouters et al., 1994). Op bouwland werden ten opzichte van bovengronds breedwerpig toegediende mest de volgende emissiereducties verkregen: mestinjecteur >95%, onderwerken in zelfde werkgang 70-95% en onderwerken in tweede werkgang 35-95% (Wouters et al., 1994). De gekozen bandbreedten zijn hiermee in overeenstemming (zie voor een vergelijking tabel 2.2). Voor de zodebemester en mestinjectie werd echter uitgegaan van iets lagere emissiereducties dan de onderzoeksresultaten aangeven. De reden hiervoor is dat de praktijksituatie niet altijd overeenkomt met de proefveldsituatie en er dus soms iets minder emissiereductie zal optreden. Door met iets lagere emissiereducties te rekenen, wordt een realistischer beeld verkregen.

Tabel 2.2 Emissiereductie per mestaanwendingstechniek, afkomstig uit technisch onderzoek en uitgangspunten in deze studie

	Emissiereductie t.o.v. bovengronds breedwerpig mesttoediening	
	overzicht resultaten a) onderzoek	uitgangspunten deze studie (bandbreedte)
Bovengronds breedwerpig mesttoediening		0
<i>Mestaaanwending grasland</i>		
Sleepvoetenmachine	50-80	50 (10-60)
Zodebemester	>80	80 (60-85)
<i>Mestaaanwending bouwland</i>		
Mestinjectie	>95	85 (70-90)
In 1 werkgang onderwerken	70-95	70 (40-80)
In 2 werkgangen onderwerken	35-95	60 (10-80)

a) Bronnen: zie tekst hierboven.

De gekozen bandbreedten zijn asymmetrisch omdat technieken een bepaalde minimumemissie hebben. Deze minimumemissie ligt dicht bij het gekozen vervluchtigingspercentage.

2.4 Penetratiegraden van staltypen, beweidingssystemen en mestaanwendingstechnieken

Om de totale emissie in een bepaalde regio te kunnen berekenen, is naast de emissie per stalsysteem, mestaanwendingstechniek, enzovoort ook informatie nodig over de frequentie waarmee een stalsysteem, mestaanwendingstechniek, enzovoort voorkomt dan wel wordt toegepast in de betreffende regio. De in deze studie gebruikte penetratiegraden voor stalsystemen, beweidingssystemen en mestaanwendingstechnieken zijn vermeld in tabel 2.1 en 2.3. De gebruikte penetratiegraden zijn overeenkomstig de uitgangspunten voor de Milieubalans 1997.

Bij de mestopslag buiten de stal zijn er twee mogelijkheden: afgedekte opslag of geen opslag buiten de stal. De weergegeven data slaan op een afgedekte opslag.

Voor de landelijke berekeningen is bij de mestaanwendingstechnieken uitgegaan van een regionale penetratiegraad van de sleepvoetenmachine en zodebemester op grasland en mestinjectie, onderwerken in 1 werkgang of onderwerken in 2 werkgangen op bouwland. In hoofdstuk 3 (Quick Scan) worden deze regionale penetratiegraden tot een nationaal gemiddelde omgerekend. Voor de berekeningen voor Friesland en Noord Brabant is uiteraard uitgegaan van de regionale penetratiegraden.

2.5 Bandbreedte van de toegepaste penetratiegraden

De bandbreedte van de penetratiegraden van stallen is in deze studie gesteld op 50 en 150% van de gemiddelde waarde. Voor de penetratiegraden geldt de wetmatigheid dat ze in alle situaties optelbaar zijn tot 100%. In deze studie is het staltype met de kleinste penetratiegraad als uitgangspunt gekozen voor de bandbreedte van 50% en het systeem met de hoogste penetratiegraad is complementair gemaakt. Dit betekent bijvoorbeeld dat als de penetratiegraad van grupstallen 20% bedraagt, de bandbreedte $20 \pm 50\% = 10$ tot 30%, de ligboxenstal daarmee een penetratiegraad heeft van 90 tot 70%. Opgemerkt moet worden dat de stalsystemen grupstal/ligbox in de Landbouwtelling om de 4 à 5 jaar worden geteld en dat de verdeling van deze systemen vrij nauwkeurig bekend is. De gekozen bandbreedte weerspiegelt regionale verschillen in deze verdeling.

Bij de beweidingssystemen is eveneens uitgegaan van een bandbreedte van 50 en 150%. Met andere woorden, bij melkkoeien komt in de ene situatie 15% van de zomermest in de mestkelder terecht ($0,5 * 30\%$ die in de stal komt; zie paragraaf 2.1) en in de andere situatie 45% ($1,5 * 30\%$). De totale excretie

verandert echter niet, zodat bij een maximale waarde voor stalmest een minimale waarde voor weidemest hoort en omgekeerd.

Tabel 2.3 Overzicht van de gebruikte penetratiegraden (in procenten) voor mestaanwendings technieken voor Nederland, Friesland en Noord-Brabant, evenals de bijbehorende bandbreedten

	Pene- tratie- graad Nederland gem.	Band- breedte	Pene- tratie- graad Friesland	Band- breedte	Pene- tratie- graad N-Brabant	Band- breedte
Mestaanwending grasland						
Sleepvoetenmachine	31	15-45	50	25-75	22	11-33
Zodebemester	69	85-55	50	75-25	78	89-67
Mestaanwending bouwland						
Mestinjectie	21	10-30	6	3-9	24	12-36
In 1 werkgang onderwerken	21	10-30	24	12-36	23	12-36
In 2 werkgangen onderwerken	58	80-40	70	85-55	53	76-28

3. QUICK SCAN GEVOELIGHEIDSANALYSE

3.1 Inleiding

Een van de onderzoeksdoelstellingen die in hoofdstuk 1 genoemd werden, betrof het bepalen van de effecten van onzekerheden/variatië in penetratiegraden en emissiefactoren op de berekende ammoniakemissies, zowel voor geheel Nederland als ook op regionaal niveau (Friesland, Noord-Brabant). Bovendien vormen ook de invloeden van variaties in de N-excreties een punt van aandacht bij het onderzoek. De inzichten die uit zo'n gevoeligheidsanalyse worden verkregen, vormen uiteindelijk de basis voor gerichte adviezen ten aanzien van een verbeterde monitoring van ammoniakemissie.

Vanwege capaciteits- en budgettaire beperkingen is er voor gekozen om de gevoeligheidsanalyse niet in zijn geheel met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO door te rekenen, maar om eerst een verkennende analyse uit te voeren aan de hand van een eenvoudig prototypemodel, waarmee snel ammoniakemissieberekeningen kunnen worden uitgevoerd, zowel nationaal als regionaal. Zo'n Quick Scan geeft een globaal beeld van de factoren die van wezenlijk belang zijn, en die nader onderzocht kunnen worden door middel van een gerichte gevoeligheidsanalyse met de LEI-DLO-modellen. De werkwijze en de resultaten van de Quick Scan worden in de volgende paragrafen beschreven.

3.2 Werkwijze

Het prototypemodel is qua berekeningsopzet verwant met de LEI-DLO-modellen, met name voor wat betreft de emissieplaatsen (stal, weide, opslag en aanwenden), maar het is veel minder compleet, bijvoorbeeld ten aanzien van detailniveau en mesttransporten. Bij de prototypeberekeningen wordt verondersteld dat een deel van de geproduceerde N via een viertal emissiebronnen vrij kan komen als NH₃-emissie (zie bijlage 3). Daarnaast wordt er een tiental diergroepen onderscheiden. Per diergroep-emissiebroncombinatie kan er sprake zijn van één of meerdere emissievormen/technieken, die zich kenmerken door een combinatie van emissiefactoren en penetratiegraden. Zie figuur 3.1 voor een overzicht, waarin een 15-tal karakteristieke "Emissiefactor-penetratiegraadcombinaties" (EFP-1, ..., EFP-15) staan aangegeven.

Het prototypemodel kan zowel voor nationale als ook voor regionale berekeningen worden ingezet, en berekent de resulterende NH₃-emissie op basis van gegevens over de N-productie per diercategorie (nationaal of regionaal) en de emissiefactoren en penetratiegraden. Omdat deze berekeningen eenvoudig en snel uitvoerbaar zijn, kan een volledige analyse worden uitgevoerd

naar de gevoeligheid van de berekende ammoniakemissie voor variaties in alle penetratiegraden en emissiefactoren.

Bij deze Quick Scan gevoeligheidsberekeningen worden voor emissiefactoren en penetratiegraden gemiddelde waarden en bandbreedten/variaties gehanteerd die in hoofdstuk 2 vermeld zijn (zie tabel 2.1 t/m 2.3). Voor de N-excretiecijfers zijn de landelijke cijfers gebruikt die in bijlage 1, 2 en 4 staan weergegeven. De enige variatie in N-excretiecijfers die meegenomen is in dit hoofdstuk, betreft de variatie in beweidingduur voor melkkoeien en weidend vleesvee. Hierbij worden de gemiddelden en bandbreedten gehanteerd die in hoofdstuk 2 genoemd worden.

Diergroepen	Emissiebronnen			
	stal	opslag	beweiding	aanwending
Melkkoeien - stal	EFP-1	EFP-8	---	EFP-14
Melkkoeien - wei	---	---	EFP-13	---
Stalvleesvee	EFP-2	EFP-9	---	EFP-15
Weidend vleesvee - stal	EFP-2	EFP-9	---	EFP-15
Weidend vleesvee - wei	---	---	EFP-13	---
Vleeskalveren	EFP-3	---	---	---
Vleesvarkens	EFP-4	EFP-10	---	EFP-15
Fokvarkens	EFP-5	EFP-11	---	EFP-15
Legpluimvee	EFP-6	EFP-12	---	EFP-15
Vleespluimvee	EFP-7	---	---	EFP-15

Figuur 3.1 De diverse emissiefactor-penetratiegraadcombinaties (EFP's) per diergroep/emissiebron

De Quick Scan gevoeligheidsanalyse bepaalt hoe de berekende ammoniakemissie beïnvloed wordt door variaties in penetratiegraden, emissiefactoren en N-excreties (in het vervolg van dit hoofdstuk "parameters" te noemen). Hiertoe wordt elk van bovengenoemde parameters op zijn laagste en hoogste waarde van de bandbreedte gezet (terwijl de andere parameters op hun gemiddelde waarden blijven staan), en wordt met het prototypemodel berekend wat de effecten van deze variatie op de NH₃-emissiecijfers zijn. Dit wordt uitgedrukt in de *gevoeligheidsindex (GI)* die weergeeft met welk percentage de berekende NH₃-emissie wijzigt, indien de betreffende parameter tussen zijn minimale en maximale waarde varieert:

$$GI(P) = \frac{|NH_3\text{-emissie}(P_{max}, R_{gem}) - NH_3\text{-emissie}(P_{min}, R_{gem})|}{NH_3\text{-emissie, gemiddeld}(P_{gem}, R_{gem})} \times 100\%$$

waarbij P_{gem} , P_{min} , P_{max} de gemiddelde, minimale en maximale waarde van de betreffende parameter P aanduidt, terwijl R_{gem} verwijst naar de gemiddelde waarde van de overige parameters.

Een hoge waarde van de gevoeligheidsindex duidt erop dat verbeterde kennis van die specifieke parameter (dat wil zeggen: nauwere bandbreedte) aanleiding kan geven tot een verkleining van het betrouwbaarheidsinterval van de berekende NH_3 -emissie.

Een eenvoudige redenering maakt duidelijk dat de grootte van de gevoeligheidsindex voornamelijk bepaald wordt door een tweetal factoren:

- (1) de relatieve bijdrage van de betreffende "diergroep/emissiebron" in de totale ammoniak emissie;
- (2) de invloed die de parametervariatie heeft op de emissie van de betreffende "diergroep/emissiebron"-combinatie 1).

Immers 2), veronderstel dat de emissie van de "diergroep/emissiebron", met $s\%$ wijzigt indien de parameter over zijn volle bandbreedte varieert. Indien de betreffende "diergroep/emissiebron" $V\%$ bijdraagt tot de totale ammoniakemissie dan zal de totale emissie dientengevolge met $(s*V)/100\%$ veranderen ten gevolge van deze variatie.

Een analoog resultaat geldt indien we de N-productie bij de gevoeligheidsanalyse betrekken: een verandering van de N-productie van een diergroep met $s\%$ (bijvoorbeeld ten gevolge van wijzigingen in dieraantallen, N-excretie per dier enzovoort) leidt tot een verandering van de totale ammoniak emissie met $(s*V)/100\%$ indien de betreffende diergroep $V\%$ bijdraagt in de totale emissie.

Dit voor de hand liggende resultaat duidt erop dat de belangrijkste, dat wil zeggen meest gevoelige, parameters met name daar te vinden zijn waar er een grote relatieve bijdrage tot de ammoniakemissie te verwachten valt én waarbij de invloed van de parametervariatie op het niveau van emissie groot is. Uiteraard zal deze laatste invloed ook afhangen van de grootte van de parametervariatie (dat wil zeggen: de bandbreedte).

Een en ander wordt onderstreept door de Quick Scan berekeningsresultaten die in de volgende paragraaf gepresenteerd worden.

-
- 1) Dit geldt indien de parameter een emissiefactor of een penetratiegraad is. Indien de parameter samenhangt met de N-excretie (bijvoorbeeld dieraantallen, excretie per dier) dan is de invloed die de parameter op de N-excretie heeft, hier van belang.
 - 2) De hierna volgende redenering is slechts bij benadering juist: er is namelijk geen rekening gehouden met het feit dat een wijziging van de emissie van een bepaalde emissiebron ook gevolgen zal hebben voor de *hoeveelheid* emissie die bij andere bronnen verloren gaat. Immers, indien er meer verloren gaat tijdens stalemissie, zal er dus minder netto-N overblijven voor de volgende emissiebronnen, zoals opslag, beweiding en aanwending, en zal daar dus minder geëmitteerd worden. Zie ook bijlage 3.

3.3 Resultaten

Bij de Quick Scan gevoeligheidsanalyse wordt het prototypemodel (bijlage 3) doorgerekend met gemiddelde waarden en bandbreedten uit hoofdstuk 2. Hierbij wordt ook de invloed van mesttransport verdisconteerd 1).

Tabel 3.1 Gevoeligheidsindices van emissiefactoren, penetratiegraden en N-excreties voor de prototype ammoniakemissieberekeningen van Nederland

EFP's	Emissie-plaats	Gevoeligheids-index emissie-factor	Gevoeligheids-index penetra-tiegraad	Gevoeligheids-index beweidsduur
EFP-1	grupestal	1,30	2,79	n.v.t.
	ligbox	10,87	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-2		1,97	n.v.t.	n.v.t.
EFP-3		0,60	n.v.t.	n.v.t.
EFP-4		7,35	n.v.t.	n.v.t.
EFP-5		3,56	n.v.t.	n.v.t.
EFP-6	grondhuis	0,85	1,38	n.v.t.
	mestband	0,37	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-7		1,30	n.v.t.	n.v.t.
EFP-8	afgedekte opslag	1,56	0,78	n.v.t.
EFP-9	afgedekte opslag	0,13	0,07	n.v.t.
EFP-10	afgedekte opslag	0,38	0,17	n.v.t.
EFP-11	afgedekte opslag	0,24	0,10	n.v.t.
EFP-12	afgedekte opslag	0,16	0,08	n.v.t.
EFP-13	beweiding	10,45	n.v.t.	n.v.t.
EFP-14	sleevoeten	6,76	3,93	n.v.t.
	zodebemest	7,53	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-15	injectie	1,83	2,18	n.v.t.
	1 werkgang	3,65	0,87	n.v.t.
	2 werkgangen	17,70	n.v.t. a)	n.v.t.
Melkkoeien		n.v.t.	n.v.t.	5,44
Weidend vee		n.v.t.	n.v.t.	1,25

a) Omdat bij de penetratiegraden de variaties gekoppeld zijn (sommatie tot 100%), zijn enkel gevoeligheden bepaald voor de eerste techniek (bij 2 penetratiegraden) of voor de eerste 2 technieken (bij 3 penetratiegraden). Dit verklaart waarom er in sommige velden van de tabel niets vermeld staat.

- 1) Dit is gedaan door de emissiefactoren voor aanwending van mest van vleespluimvee en vleesvarkens te vermenigvuldigen met een vaste factor: voor de nationale berekeningen zijn de emissiefactoren voor aanwending met 0,5 vermenigvuldigd voor de diergroep vleespluimvee. Voor Noord-Brabant is deze vermenigvuldigingsfactor 0,1. Voor Friesland zijn de emissiefactoren voor aanwending met 5 vermenigvuldigd voor de diergroep vleesvarkens. De factoren zijn afgeleid uit de door LEI-DLO berekende mesttransporten tussen de verschillende regio's.

Tabel 3.2 *Gevoeligheidsindices van emissiefactoren, penetratiegraden en N-excreties voor de prototype ammoniakemissieberekeningen van Noord-Brabant*

EEP's	Emissie- plaats	Gevoeligheids- index emissie- factor	Gevoeligheids- index penetra- tiegraad	Gevoeligheids- index bewe- dingsduur
EFP-1	grupestal	0,84	1,77	n.v.t.
	ligbox	6,89	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-2		1,82	n.v.t.	n.v.t.
EFP-3		0,52	n.v.t.	n.v.t.
EFP-4		11,87	n.v.t.	n.v.t.
EFP-5		6,1	n.v.t.	n.v.t.
EFP-6	grondhuis	0,90	1,48	n.v.t.
	mestband	0,39	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-7		1,50	n.v.t.	n.v.t.
EFP-8	afgedekte opslag	0,99	0,49	n.v.t.
EFP-9	afgedekte opslag	0,12	0,06	n.v.t.
EFP-10	afgedekte opslag	0,61	0,27	n.v.t.
EFP-11	afgedekte opslag	0,41	0,18	n.v.t.
EFP-12	afgedekte opslag	0,17	0,09	n.v.t.
EFP-13	beweiding	6,36	n.v.t.	n.v.t.
EFP-14	sleevoeten	3,00	1,80	n.v.t.
	zodebemest	5,35	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-15	injectie	2,78	3,48	n.v.t.
	1 werkgang	5,33	1,40	n.v.t.
	2 werkgangen	21,55	n.v.t. a)	n.v.t.
Melkkoeien		n.v.t.	n.v.t.	3,24
Weidend vee		n.v.t.	n.v.t.	0,65

a) Omdat bij de penetratiegraden de variaties gekoppeld zijn (sommatie tot 100%), zijn enkel gevoeligheden bepaald voor de eerste techniek (bij 2 penetratiegraden) of voor de eerste 2 technieken (bij 3 penetratiegraden). Dit verklaart waarom er in sommige velden van de tabel niets vermeld staat.

De uit deze berekeningen resulterende gevoeligheidsindices voor emissiefactoren, penetratiegraden en N-excreties staan vermeld in tabellen 3.1 t/m 3.3. voor respectievelijk Nederland, Noord-Brabant en Friesland.

Hieruit resulteren de volgende hoofdzaken (de parameters zijn in afnemende volgorde van belangrijkheid gerapporteerd; parameters met een gevoeligheidsindex < 3% worden in deze studie als onbelangrijk beschouwd):

(A) voor Nederland

Belangrijk zijn:

1. emissiefactor aanwenden mest bouwland (EFP-15; 1/2 werkgangen);
2. emissiefactor aanwenden mest grasland (EFP-14);
3. emissiefactor melkkoeienstal (EFP-1; ligbox);
4. emissiefactor beweiding (EFP-13);
5. emissiefactor vleesvarkensstal (EFP-4);
6. beweidingduur melkkoeien (N-excretie melkkoeien);

7. penetratiegraad aanwending mest grasland (EFP-14);
8. emissiefactor fokvarkensstal (EFP-5).

Niet belangrijk zijn:
pluimvee (EFP-6, EFP-7), vleeskalveren (EFP-3) en opslag (EFP-8, ..., EFP-13).

Tabel 3.3 Gevoeligheidsindices van emissiefactoren, penetratiegraden en N-excreties voor de prototype ammoniakemissieberekeningen van Friesland

EFP's	Emissie- plaats	Gevoeligheids- index emissie- factor	Gevoeligheids- index penetra- tiegraad	Gevoeligheids- index beweide- ingsduur
EFP-1	grupstal	2,05	4,32	n.v.t.
	ligbox	16,0	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-2		1,68	n.v.t.	n.v.t.
EFP-3		0,20	n.v.t.	n.v.t.
EFP-4		0,34	n.v.t.	n.v.t.
EFP-5		0,38	n.v.t.	n.v.t.
EFP-6	grondhuis	0,24	0,38	n.v.t.
	mestband	0,10	n.v.t.	n.v.t.
EFP-7		0,98	n.v.t. a)	n.v.t.
EFP-8	afgedekte opslag	2,42	1,21	n.v.t.
EFP-9	afgedekte opslag	0,11	0,06	n.v.t.
EFP-10	afgedekte opslag	0,02	0,01	n.v.t.
EFP-11	afgedekte opslag	0,03	0,01	n.v.t.
EFP-12	afgedekte opslag	0,04	0,02	n.v.t.
EFP-13	beweiding	14,65	n.v.t.	n.v.t.
EFP-14	sleepvoeten	17,16	10,30	n.v.t.
EFP-15	zodebemest	8,58	n.v.t. a)	n.v.t.
	injectie	0,25	0,31	n.v.t.
	1 werkgang	2,00	0,50	n.v.t.
	2 werkgangen	18,22	n.v.t. a)	n.v.t.
Melkkoeien		n.v.t.	n.v.t.	9,51
Weidend vleesvee		n.v.t.	n.v.t.	1,87

a) Omdat bij de penetratiegraden de variaties gekoppeld zijn (sommatie tot 100%), zijn enkel gevoeligheden bepaald voor de eerste techniek (bij 2 penetratiegraden) of voor de eerste 2 technieken (bij 3 penetratiegraden). Dit verklaart waarom er in sommige velden van de tabel niets vermeld staat.

(B) voor Noord-Brabant

Belangrijk zijn:

1. emissiefactor aanwenden mest bouwland (EFP-15; 1/2 werkgangen);
2. emissiefactor vleesvarkensstal (EFP-4);
3. emissiefactor aanwenden mest grasland (EFP-14);
4. emissiefactor melkkoeienstal (EFP-1; ligbox);
5. emissiefactor fokvarkensstal (EFP-5);
6. emissiefactor beweiding (EFP-13);

7. penetratiegraad aanwending mest bouwland (EFP-15);
8. beweidingsduur melkkoeien (N-excretie melkkoeien).

Niet belangrijk zijn:

pluimvee (EFP-6, EFP-7), vleeskalveren (EFP-3) en opslag (EFP-8,...,EFP-13).

(C) voor Friesland

Belangrijk zijn:

1. emissiefactor aanwenden mest grasland (EFP-14);
2. emissiefactor aanwenden mest bouwland (EFP-15; 2 werkgangen);
3. emissiefactor melkkoeienstal (EFP-1; ligbox);
4. emissiefactor beweiding (EFP-13);
5. penetratiegraad aanwending mest grasland (EFP-14);
6. beweidingsduur melkkoeien (N-excretie melkkoeien);
7. penetratiegraad melkkoeienstal (EFP-1).

Niet belangrijk zijn:

varkens (EFP-4, EFP-5), pluimvee (EFP-6, EFP-7), vleeskalveren (EFP-3) en opslag (EFP-8,...,EFP-13).

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat de rangorde en dus het belang van de diverse parameters (dat wil zeggen: emissiefactoren, penetratiegraden, N-excreties) nauw samenhangt met de relatieve bijdrage van de betreffende "diergroep/emissiebron"-combinatie tot de totale emissie. Een "diergroep/emissiebron" die belangrijk bijdraagt (bijvoorbeeld varkens in Noord-Brabant, melkkoeien in Friesland) tot de ammoniakemissie zal verhoudingsgewijs hoger scoren. Dit is conform de opmerking die hierover aan het einde van paragraaf 3.2 werd gemaakt. In bijlage 4 wordt dit aspect nog verder uitgediept.

3.4 Conclusie

De resultaten uit de voorgaande paragraaf vormen een goede basis voor het uitvoeren van een meer gerichte gevoeligheidsanalyse met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO. De Quick Scan levert namelijk een voorselectie van parameters die belangrijk bijdragen tot de berekende ammoniakemissie, en die bij zo'n gevoeligheidsanalyse meegenomen dienen te worden. Hoewel de nadruk hoofdzakelijk lag op de gevoeligheden voor variaties/onzekerheden in penetratiegraden en emissiefactoren, zijn de resultaten ook indicatief voor gevoeligheden voor variaties in beweidingsduur.

Naast genoemde voorselectie verschaft de Quick Scan ook een aantal nuttige inzichten die als onderbouwing kunnen dienen voor de aanbevelingen tot verbetering van de ammoniakemissie monitoring in hoofdstuk 6:

- de bijdrage/het belang van de parameters is afhankelijk van het belang van de "emissiebron/diersoort" en van de grootte van variatie (bandbreedte). Dit kan regionaal verschillen;

- ondanks het feit dat bandbreedte van penetratiegraden ook groot is (ongeveer 100% rond de gemiddelde waarde voor de techniek met de laagste penetratiegraad) hebben variaties in de penetratiegraad bij de huidige situatie relatief weinig invloed. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat verhoging van de penetratiegraad van de ene techniek automatisch tot verlaging van de penetratiegraad van de andere technieken leidt waardoor effecten op de emissieverliezen elkaar deels zullen opheffen.

4. GEVOELIGHEIDSANALYSE MET DE MEST- EN AMMONIAKMODELLEN VAN LEI-DLO

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van ammoniakberekeningen met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO besproken.

Deze berekeningen met de LEI-DLO-modellen zijn na de berekeningen van de Quick Scan uitgevoerd omdat in de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO op een gedetailleerder niveau wordt gerekend en omdat de mest-transportstromen in de berekeningen direct worden meegenomen.

De keuze van de varianten die met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO zijn doorgerekend, hangt af van de resultaten van de Quick Scan-analyse (paragraaf 3.3) en of met behulp van voorberekeningen al inzicht kan worden verkregen in het effect van bepaalde emissiebepalende factoren.

De uitkomsten van de berekeningen zijn onder meer afhankelijk van de wijze van berekenen van de ammoniakemissie en aannamen die worden gebruikt. De wijze van berekenen wordt in paragraaf 4.2 besproken. Het effect van aannamen op de berekende ammoniakemissie komt aan de orde in paragraaf 4.3. In paragraaf 4.4 wordt de keuze van de door te rekenen varianten beschreven en de resultaten van de gevoeligheidsanalyse.

4.2 Mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO

De mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO zijn een clustering van modellen waarmee de producties, overschotten, transporten, export en verwerking van mest en mineralen, de ammoniakemissie en de bodembelasting met dierlijke mest en kunstmest kan worden berekend. De modellen rekenen met aantallen dieren en arealen uit de jaarlijkse Landbouwtelling. Vanwege de beperkte capaciteit is er tijdens de opzet van de modellen voor gekozen de dieren en de arealen te aggregeren naar diergroepen respectievelijk gewasgroepen. In het model worden 8 diergroepen onderscheiden en 6 gewasgroepen. De diergroepen zijn:

1. melkvee (inclusief jongvee);
2. weidend vleesvee inclusief schapen;
3. stalvleesvee inclusief geiten;
4. vleeskalveren;
5. vleesvarkens;
6. fokvarkens;
7. leghennen inclusief eenden, konijnen en pelsdieren;
8. vleeskuikens inclusief kalkoenen.

Bij de gewasgroepen gaat het om:

- 1 snijmaïs;
- 2 grasland;
- 3 consumptie- en fabrieksaardappelen ;
- 4 suikerbieten en pootaardappelen;
- 5 wintertarwe;
- 6 overige akkerbouw en overige tuinbouw open grond exclusief de handelsgewassen.

Een uitgebreide beschrijving van de mestmodellen is te vinden in Luesink en van der Veen (1989) en Luesink (1993). De ammoniakmodellen worden beschreven in Oudendag en Wijnands (1989) en Oudendag (1993). Hieronder worden de afzonderlijke deelmodellen in het kort besproken.

AMMSO-model

Het AMMSO-model berekent de ammoniakemissie naar diersoort en emissieplaats. De berekeningen worden uitgevoerd op bedrijfsniveau en geaggregeerd naar gemeenteniveau of mestregioniveau (zie bijlage 5).

Input voor de modellen zijn het aantal dieren, de stikstofexcretie, de verdeling over de verschillende huisvestingssystemen, de verluchtigingspercentages bij de verschillende huisvestingssystemen, de aanwezigheid van opslag en de vraag of de opslag al dan niet afgedekt is. De stikstof in de mest nadat de emissies uit stal en opslag hebben plaatsgevonden, is input voor het volgende model, het MESTOP-model.

MESTOP-model

Het MESTOP-model berekent de mest- en mineralenproducties en -overschotten op bedrijfsniveau. De mestoverschotten op bedrijfsniveau bestaan uit de mest die in het kader van wettelijke toedieningsnormen niet plaatsbaar is op bedrijfsniveau. Deze gegevens worden geaggregeerd naar gemeenteniveau of mestregioniveau. Verder wordt bijgehouden welke arealen nog niet zijn bemest na toedeling van de mest op bedrijfsniveau. Input voor het model zijn de excreties per diergroep van maximaal 5 mineralen, de mestnormering, aantal dieren en hectaren van de verschillende gewassen. De mestproducties en -overschotten en de nog onbemeste hectaren zijn input voor het volgende model, het MESTTV-model.

MESTTV-model

In het MESTTV-model wordt overschotmest of verdeeld over Nederland of geëxporteerd en/of verwerkt. Het model is een LP-model wat als doel heeft de transportkosten op nationaal niveau te minimaliseren. De verdeling van de mest gebeurt aan de hand van transportkosten en acceptatiegraden. De acceptatiegraden geven de bereidheid aan van boeren om bedrijfsvreemde mest op hun land aan te wenden. Hoe lager de acceptatiegraden, hoe groter de kans is dat de overschotmest niet binnen Nederland kan worden geplaatst. Bovendien sturen de acceptatiegraden de mesttransportstromen. De acceptatiegraden worden zo gekozen dat de mesttransportstromen zoveel mogelijk over-

eenkomen met de registratie van de Landelijke Mestbank. Het model rekent op het niveau van de 31 mestregio's. De resultaten worden weer gedesaggregeerd naar gemeenteniveau. Het model levert als output de mesttransportstromen tussen de regio's en de benodigde verwerkings- en exportcapaciteit. Het model levert aan het volgende model (AMMUI-model) waar welke mest wordt aangewend (per mestsoort, per gewas).

AMMUI-model

In het AMMUI-model wordt de emissie bij het aanwenden van mest berekend. De gegevens worden berekend op gemeenteniveau en indien nodig geaggregeerd naar mestregioniveau. De benodigde invoer voor het model is de plaats waar de mest wordt afgezet en een verdeling van het gebruik van mestaanwendtechnieken met de bijbehorende vervluchtigingspercentages. Het model houdt bij hoeveel stikstof in de mest aanwezig is na het aanwenden van de mest. Dit is input voor het laatste deelmodel, het BEMMEST-model.

BEMMEST-model

In het BEMMEST-model wordt de bodembelasting met mineralen berekend, het kunstmestverbruik en de emissie van ammoniak uit kunstmest. De gegevens worden op bedrijfsniveau berekend en geaggregeerd naar gemeenteniveau. Dit laatste model is voor de gevoeligheidsanalyse niet gebruikt.

4.3 Effecten van aannamen op de ammoniakemissie op regionaal niveau

4.3.1 Inleiding

In de modellen zitten een aantal impliciete aannamen die van invloed zijn op de resultaten van de berekeningen van de ammoniakemissie op regionaal niveau. Een van die aannamen is de berekening van de transportstromen en de export en verwerking. Voor actuele jaren (jaren tot 1995) worden de berekende transportstromen, verwerking en export zoveel mogelijk afgestemd op de gegevens van de Landelijke Mestbank. Voor scenarioberekeningen is deze afstemming er uiteraard niet. Een andere aanname is dat er van een gemiddelde verdeling voor geheel Nederland van de melkveestapel over ligbox- en grupstallen wordt uitgegaan. Het is voor te stellen dat dit regionaal niet dezelfde verdeling hoeft te zijn. De laatste aanname die in deze paragraaf zal worden besproken is de N-excretie van melkvee. Voor actuele jaren wordt voor de excretie gebruikgemaakt van de WUM (Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers)-cijfers. De WUM-cijfers voor melkvee worden berekend voor Nederland gemiddeld en voor de regio-indeling Noordwest-Nederland/Zuidoost-Nederland. Bij ammoniakberekeningen met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO werd tot nu toe uitgegaan van de gemiddelde excretie voor Nederland. De vraag is wat het effect zou zijn als rekening gehouden wordt met de regionale excretie. In de volgende paragrafen wordt het effect van deze aannamen op de ammoniakemissie aangegeven.

4.3.2 Mesttransportstromen en ammoniakemissie

In deze paragraaf wordt ingegaan op het effect van de mesttransportstromen op de hoogte van de ammoniakemissie in een regio. Als voorbeeldregio's nemen we de provincies Friesland en Noord-Brabant.

De mesttransportstromen ontstaan door mestnormering. Door een maximale toedieningsnorm in te stellen ontstaan er mestoverschotten op bedrijfsniveau. Deze worden in eerste instantie zo dicht mogelijk in de buurt afgezet (binnen de eigen mestregio). Vervolgens wordt de overschotmest die niet in de eigen regio plaatsbaar is naar andere regio's getransporteerd. De hoeveelheid mest die in die regio wordt afgezet, wordt bepaald door de acceptatiegraden. Met de export van mest uit overschotgebieden wordt ook ammoniakemissie geëxporteerd.

Tabel 4.1 De ammoniakemissie indien er geen mesttransport tussen regio's plaatsvindt en als er geen mest wordt geëxporteerd en/of verwerkt, uitgedrukt als index t.o.v. de situatie als hier wel rekening mee wordt gehouden (index = 100) en de bijdrage (in procenten) van de mestregio's in de totale emissie van de provincies voor 1995

Regio	Af-/toename van de totale emissie	Aandeel in de prov. emissie
Noord-Friesland	90	18
Zuidwest-Friesland	91	41
De Wouden	93	41
Friesland	91	100
West-Noord-Brabant	87	11
West-Kempen	116	14
Maaskant Meijerij	138	30
Oost-Kempen	131	14
Peel en Land van Cuijk	143	31
Noord-Brabant	130	100

Als in Friesland geen import van mest zou plaatsvinden, dan zou de emissie gemiddeld zo'n 10% lager liggen (tabel 4.1). Voor Noord-Brabant geldt dat het aanwenden van alle geproduceerde mest binnen de regio's er voor zou zorgen dat de ammoniakemissie met 30% toeneemt. Binnen Noord-Brabant is er ook nog een sterk regionaal effect. Wanneer we kijken naar de mestregio's, zien we dat West-Noord-Brabant een sterk mestimporterende regio is. Van de in West-Noord-Brabant aangevoerde mest is 100% afkomstig uit de rest van Brabant. Dit betekent dat als West-Noord-Brabant niet tot Noord-Brabant behoorde en de in overig Noord-Brabant geproduceerde mest binnen het gebied zelf zou moeten worden afgezet, de emissie in de rest van Noord-Brabant niet 30% hoger zou zijn geweest maar 35%.

4.3.3 Verdeling van melkvee over ligboxenstal en grupstal

In Nederland werd in 1995 79% van het melkvee op een ligboxenstal gehouden (tabel 4.2). Dit varieerde van 56% in Zeeland tot 92% in Flevoland. Voor een ligboxenstal wordt met een vervluchtigingspercentage van 14,6 gerekend en voor een grupstal met 7,1. Wat betekent nu een verschil in de verdeling over de stalsystemen voor de ammoniakemissie?

Tabel 4.2 Verdeling van het melkvee (inclusief jongvee) over de ligbox- en grupstalsystemen per provincie voor 1995 en de gemiddelde stalemissie van melkvee per provincie

Provincie	Stalsystemen		Gemiddelde stalemissie (%)
	ligbox	grup	
Groningen	77	23	12,9
Friesland	86	14	13,6
Drenthe	76	24	12,8
Overijssel	76	24	12,8
Flevoland	92	8	14,0
Gelderland	74	26	12,7
Utrecht	74	26	12,7
Noord-Holland	71	29	12,4
Zuid-Holland	64	36	11,9
Zeeland	56	44	11,3
Noord-Brabant	90	10	13,9
Limburg	84	16	13,4
Nederland	79	21	13,0

Bron: CBS-Landbouwtelling, 1993 en 1995.

Het effect van een nationale verdeling in plaats van een regionale verdeling over de stalsystemen in een regio, wordt enerzijds bepaald door het aandeel van emissie van de melkveestal in de totale emissie en anderzijds door de afwijking van de regionale verdeling ten opzichte van de nationale verdeling. Voor Friesland, Noord-Brabant en Zuid-Holland is dit verder uitgewerkt (tabel 4.3). Er is niet gekozen voor Zeeland en Flevoland omdat dit meer akkerbouwgebieden zijn en omdat hun verdeling lijkt op die van Zuid-Holland respectievelijk Noord-Brabant.

Verwacht mag worden dat de berekende emissie in alle andere regio's om en nabij de 1 tot 1,5% zal afwijken als gevolg van het gebruik van de nationale stalverdeling. Zuid-Holland wijkt procentueel gezien af van de andere provincies maar als gekeken wordt naar het absolute effect op de ammoniakemissie dan zijn de verschillen minder groot. Voor berekeningen op nationaal niveau maakt het niet uit of van regionale stalverdelingen wordt uitgegaan of van de gemiddelde nationale stalverdeling bij melkvee. Voor specifieke regio-

berekeningen (regio's kleiner of gelijk aan provincies) kan het gewenst zijn om van regionale stalverdelingen bij melkvee uit te gaan.

Tabel 4.3 *Toename/afname van de totale emissie per regio als rekening gehouden zou worden met de regionale verdeling van stallen bij melkvee*

Provincie	Gemiddelde stalemissie (%)	Aandeel melkvee stal in totale emissie (%)	Toe-/afname van de totale emissie	
			%	mln. kg NH ₃
Friesland	13,6	40	+ 1,5	+ 0,2
Zuid-Holland	11,9	32	- 2,8	- 0,2
Noord-Brabant	13,9	18	+ 1,0	+ 0,3

4.3.4 Gebruik van regionale WUM-cijfers

Zoals al eerder is aangegeven, zijn er WUM-cijfers voor de N-excretie van melkvee voor Nederland gemiddeld en voor de regio-indeling Noordwest/Zuidoost (zie tabel 4.4). De WUM publiceert alleen voor rundveediercategorieën regionale excreties en niet voor andere diergroepen.

Tabel 4.4 *Mest-, fosfaat- en stikstofproducties voor melk- en kalfkoeien voor 1995 volgens de WUM-berekeningen (in kg N, P₂O₅ en mest per dier)*

Regio	Mest in de		Totaal
	weideperiode	stalperiode	
Noordwest-Nederland			
stikstof	50,6	98,9	149,5
fosfaat	12,4	29,8	42,2
mest	7.000	16.000	23.000
Zuidoost-Nederland			
stikstof	43,7	94,7	138,4
fosfaat	11,3	28,6	39,9
mest	7.000	16.000	23.000
Nederland			
stikstof	46,8	96,5	143,4
fosfaat	11,8	29,1	40,9
mest	7.000	16.000	23.000

Bron: Van Eerdt et al. (1996).

Voor actuele jaren wordt gerekend met de gemiddelde excreties voor Nederland. De vraag is of regionalisering van de excreties van melkvee van essentieel belang is voor de hoogte van de ammoniakemissie op regionaal niveau. Ook dit hangt weer af van het aandeel van de emissie van melkvee in de totale

emissie. Voor Noord-Brabant betekent een regionalisering van de excreties dat de totale ammoniakemissie met 0,6% afneemt en voor Friesland dat de emissie met 3% toeneemt. Rekenen met regionale excretiecijfers voor melkvee is wel zinvol voor een aantal regio's waar het aandeel van de emissie van melkvee in de totale emissie redelijk groot is. Bedacht moet worden dat de mix van beweidingssystemen, en hiermee de hoeveelheid weidemest die alsnog in de kelder wordt opgevangen, regionaal af kan wijken van het nationaal gemiddelde. In een recentelijk ontwikkelde versie van het model is regionalisering van de excretiecijfers mogelijk.

4.4 Resultaten van de varianten

4.4.1 Variantkeuze

In paragraaf 3.3 is aangegeven welke factoren volgens de Quick Scan-gevoeligheidsanalyse het belangrijkste zijn bij de bepaling van de ammoniakemissie. Voor Nederland zijn alle factoren meegenomen die volgens de Quick Scan een gevoeligheidsindex van 3 of meer hadden (figuur 4.1).

Variant	Beschrijving
NL-0	Uitgangssituatie voor het jaar 1995 heel Nederland
NL-1	Variëren emissiefactor melkveestal heel Nederland
NL-2	Variëren emissiefactor aanwenden mest op bouwland heel Nederland
NL-3	Variëren emissiefactor vleesvarkensstal heel Nederland
NL-4	Variëren emissiefactor beweiding heel Nederland
NL-5	Variëren emissiefactor aanwenden mest op grasland heel Nederland
NL-6	Variëren emissiefactor fokvarkensstal heel Nederland
NL-7	Variëren beweidingduur melkvee heel Nederland
NL-8	Variëren penetratiegraad aanwenden mest grasland heel Nederland
FR-0	Uitgangssituatie met voor de provincie Friesland specifieke excreties melkvee
FR-1	Variëren emissiefactor aanwenden mest op grasland in Friesland
FR-2	Variëren emissiefactor aanwenden mest op bouwland in Friesland
FR-3	Variëren penetratiegraad aanwenden mest grasland in Friesland
FR-4	Variëren beweidingduur melkvee in Friesland
NB-0	Uitgangssituatie met voor de provincie Noord-Brabant specifieke excreties melkvee
NB-1	Verhoging penetratiegraad emissiearme varkensstallen in Zuidelijk Zandgebied

Figuur 4.1 Naam, inhoud en afkorting varianten doorgerekend met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO

De varianten voor Nederland zijn dus vastgesteld aan de hand van de factoren zoals die in paragraaf 3.3 voor Nederland zijn genoemd. Voor de varianten voor de provincies Noord-Brabant en Friesland is er voor gekozen bij

de nulsituatie uit te gaan van de ammoniakemissie behorende bij het gebruik van de regionale excreties bij melkvee. Uit paragraaf 4.2 is gebleken dat het gebruik van regionale excreties voor de ammoniakemissie in de provincie Noord-Brabant vrijwel geen effect heeft. Daarom is besloten de effecten van variatie in de verschillende emissiefactoren en penetratiegraden op de ammoniakemissie in Noord-Brabant af te leiden uit de varianten voor totaal Nederland. Wel wordt voor Noord-Brabant een specifieke variant doorgerekend met variatie in de penetratiegraden van emissiearme stalsystemen bij vleesvarkens en fokvarkens. Dit op verzoek van de provincie Noord-Brabant.

Voor Friesland is uit de lijst van de Quick Scan-analyse de variant van de emissiefactor beweiding achterwege gelaten evenals de variant met de penetratiegraden van de staltypen bij melkvee en de variant met de emissiefactor bij ligboxenstallen. De effecten van deze varianten zijn handmatig te bepalen (indicatief) en dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 4.4.3.

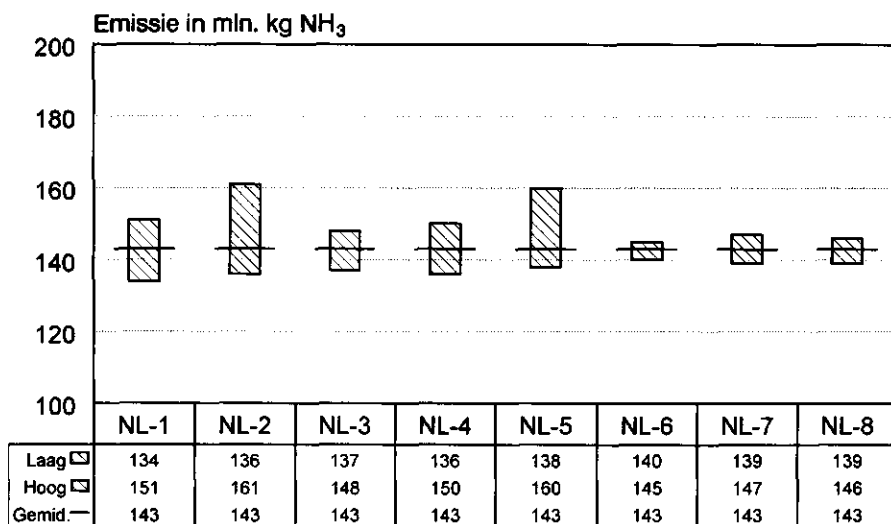
4.4.2 Resultaten Nederland

Voor het berekenen van de ammoniakemissie in Nederland zijn de juiste vaststelling van de emissiefactoren bij het aanwenden van mest op bouwland en grasland van het meeste belang (figuur 4.2: variant NL-2 en NL-5). Uit de figuur zou kunnen worden afgeleid dat variatie bij de stallen niet direct van belang is op de ammoniakemissie. Dit is echter niet juist. Bij het aanwenden van mest worden alle mestsoorten betrokken. Tellen we het effect op van variatie bij de stalsystemen van alle dieren, dan betekent dat variatie van stallen kan leiden tot een spreiding van ruim 24%.

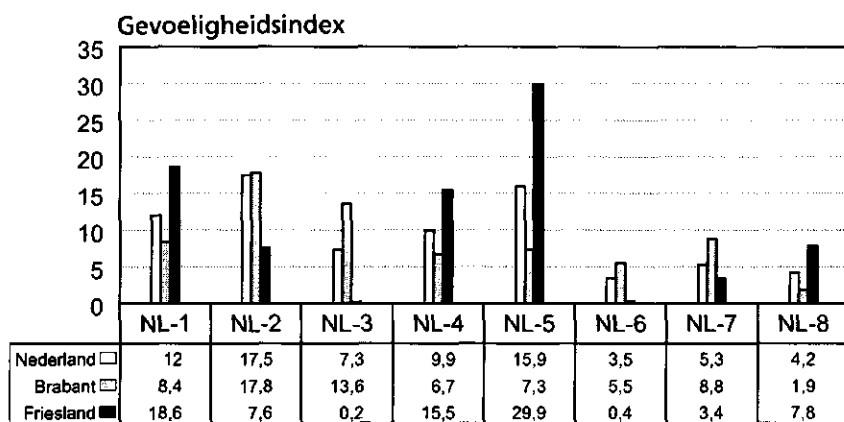
Uit figuur 4.2 valt op dat de range bij de varianten met variatie bij de aanwending scheef is. Bij aanwenden wordt verondersteld dat de gehanteerde vervluchtigingspercentages al redelijk laag zijn ingeschat. Het vervluchtigingspercentage kan vrijwel niet lager zijn terwijl het te verwachten is dat de bandbreedte naar de andere kant redelijk ruim is. Deze bandbreedte wordt in de modelinput verwerkt (zie ook paragraaf 2.3, tabel 2.1) en komt er bij de berekeningen weer terug in de range in de nationale emissie.

In figuur 4.3 is voor Nederland en de provincies Noord-Brabant en Friesland de gevoeligheidsindex (zie paragraaf 3.2) weergegeven in de ammoniakemissie die ontstaat als we de "Nederlandse" varianten doorrekenen. Hieruit blijkt dat het effect van de emissiefactor van de stallen van afzonderlijke diercategorieën per regio sterk kan variëren.

Zo zien we dat voor het berekenen van de emissie van ammoniak in Friesland het gebruik in berekeningen van het juiste stalvervluchtigingspercentage van melkvee belangrijker is dan voor Noord-Brabant (variant NL-1). Daarentegen is het voor Noord-Brabant van belang om meer inzicht te hebben in de hoogte van de stalemissiefactor bij varkens (varianten NL-3 en NL-6).



Figuur 4.2 Range van de emissie voor Nederland voor de verschillende varianten

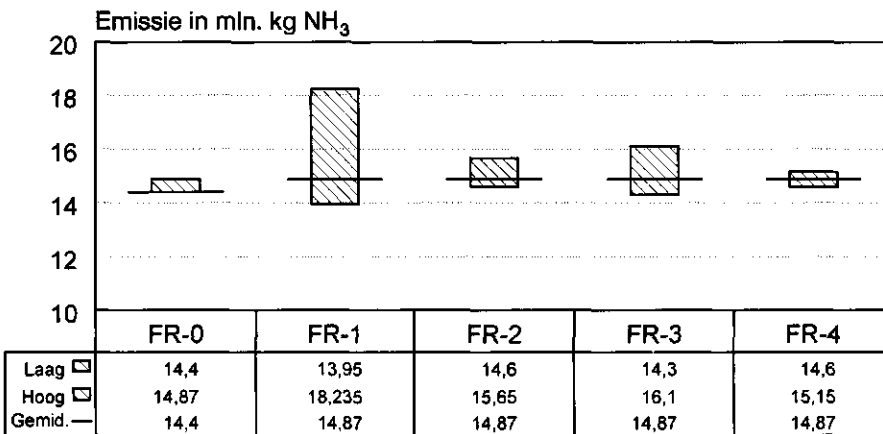


Figuur 4.3 Gevoeligheidsindex van de berekende emissie als gevolg van variatie in de uitgangspunten voor de verschillende regio's

4.4.3 Resultaten Friesland en Noord-Brabant

Voor het bepalen van de effecten van variatie in de verschillende uitgangspunten op de ammoniakemissie is voor de provincies Friesland en Noord-Brabant als basissituatie gekozen voor 1995 met een regionalisering van de excreties van melkvee. Zoals al eerder is aangegeven (paragraaf 4.3), is het effect van regionalisering van de excretie in Noord-Brabant gering (-0,6%). In Friesland is het effect groter (+3%) wat te wijten is aan het relatief grotere aandeel van de emissie van melkvee in de totale emissie.

Omdat regionalisering van de excretiecijfers van melkvee in Noord-Brabant geen effect heeft op de totale emissie in Noord-Brabant, mag verondersteld worden dat de gevonden spreiding bij de nationale varianten voor Noord-Brabant niet anders zal liggen dan bij de subvarianten waarbij wel uitgegaan wordt van regionalisering van de excretie. Daarom wordt voor Noord-Brabant volstaan met de resultaten zoals die gevonden zijn bij de nationale varianten. Om enig inzicht te krijgen in het effect van variatie in de penetratiegraden van emissiearme stallen is voor Noord-Brabant een variant doorgerekend waarbij 50% van de varkensstallen een emissiearme stal krijgt. Dit geldt dan voor de regio's Maaskant Meijerij, Oostelijk Kempen en Peel en Land van Cuijck (voor de regio-indeling wordt verwezen naar bijlage 5). In deze regio's bevindt zich 83,3% van de vleesvarkensstapel en 84,8% van de fokvarkensstapel van Noord-Brabant. Voor deze regio's werd er al van uitgegaan dat 5% van de varkens gehuisvest was in emissiearme huisvestingsystemen. Met emissie-



Figuur 4.4 Range van de emissie in Friesland voor de verschillende varianten

Tabel 4.5 Gevoeligheidsindex in de emissie in Friesland voor de verschillende varianten bij verschillende uitgangssituaties

Variant	Regionale excreties bij melkvee		Variant
	niet gebruikt	wel gebruikt	
Variatie van:			
emissiefactor aanwenden grasland	29,9	28,0	FR-1
emissiefactor aanwenden bouwland	7,6	7,7	FR-2
penetratiegraad aanwenden grasland	7,8	7,8	FR-3
beweidingsduur	3,4	3,7	FR-4
emissiefactor beweiding	15,5	15,9	a)
emissiefactor ligboxenstal	18,6	16 b)	a)
penetratiegraden staltypen bij melkvee	16 b)	14 b)	a)

a) Variant handmatig doorgerekend; b) Berekende index is een indicatie.

arm wordt bedoeld dat bij vleesvarkensstallen de stalemissie daalt van 18% naar 13% en bij fokvarkens van 19,3% naar 13%. Beide getallen zijn gebaseerd op Klein et al. (1996). Voor fokvarkensstallen is voor hetzelfde emissiepercentage gekozen, ervan uitgaande dat de emissiearme stalsystemen op elkaar gaan lijken en dan wat betreft de emissie bij elkaar in de buurt komen te liggen. Het effect van deze maatregel is dat de emissie in Noord-Brabant met 5% afneemt.

In Friesland neemt door het gebruik van regionale excretiecijfers het belang beweidingsduur op de ammoniakemissie toe (figuur 4.4 en tabel 4.5).

De toename van het effect van de beweidingsduur bij regionale excreties kan worden verklaard doordat de emissie in de weide bij regionale excreties toeneemt. Hierdoor stijgt het aandeel van de weide-emissie in de totale emissie. Het effect van factoren die ingrijpen op de weide-emissie, op de totale ammoniakemissie, wordt dan ook groter. Het relatieve aandeel van de stalemissie in de totale emissie neemt bij het gebruik van regionale excreties af. Hierdoor neemt ook het effect van variatie van de factoren die hier op ingrijpen verder af (tabel 4.5).

5. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

5.1 Discussie

In dit onderzoek is aandacht besteed aan het verbeteren van de monitoring van de ammoniakemissie op nationale schaal. Het monitoringssysteem, zoals dat wordt ingezet ten behoeve van Milieubalans/Emissiejaarrapportage bestaat uit een combinatie van inputgegevens en modelberekeningen en wordt gevoed door (grosso modo) dieraantallen en de bijbehorende N-excretie, de oppervlakte cultuurgrond, penetratiegraden (van emissiebepalende voorzieningen) en emissiefactoren.

In feite licht dit onderzoek een deel van de berekeningen binnen de "N-keten" door. Een uitgebreide doorlichting is beschreven door Hoekstra en Heuberger (1995). Binnen laatstgenoemd onderzoek is de ammoniakemissie specifiek beschouwd door Janssen et al. (1995), maar deze beschouwing was meer gericht op verfijning van de reken- en opschalingstechnieken. Het onderscheid emissiefactor/penetratiegraad is daarbij niet onderzocht, terwijl deze twee aspecten juist een belangrijk onderdeel vormen van de invoer voor modellen, en dus bij uitstek van belang zijn voor de monitoring en voor het formuleren van aanbevelingen daaromtrent.

De omvang van de veestapel is binnen dit project niet als een te variëren factor beschouwd. De modelberekeningen worden gedaan op basis van de gegevens die de Landbouwtelling ieder jaar oplevert. Het CBS en LEI-DLO hebben in 1995 resultaten van de Landbouwtelling vergeleken met overige bronnen (Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO, CBS-steekproef Varkens, slachtingen enzovoort) om te beoordelen of de Landbouwtelling een goed beeld geeft van aantallen dieren en arealen (Boers et al., 1995). Uitkomsten van dit onderzoek geven geen aanleiding om voor andere inputbronnen te kiezen. Wel is het zo dat, kijkend naar toekomstige situaties, de omvang van de veestapel een belangrijke bepalende factor zal zijn van de ammoniakemissie (Klein et al., 1996). Bij het plannen van monitoringsinspanningen dient de te verwachten structuur (omvang verschillende sectoren, grondgebruik) van de landbouw meegenomen te worden.

Ook de excretie van stikstof is zo'n bepalende factor (Klein et al., 1996). In dit onderzoek is alleen de excretie van melkvee gevarieerd op basis van regioverschillen, zoals door de Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers worden berekend (Van Eerdt, 1996). De effecten van een verandering van de excretie zijn relatief beperkt in de huidige situatie. De aantallen dieren en de stikstofexcretie vormen samen een belangrijke factor; het belang wordt groter naarmate het gewenste aggregatieniveau van de informatie lager wordt (zie ook Aulbers en Tirion, 1996).

Hierop aansluitend moet worden opgemerkt dat conclusies uit dit onderzoek gelden voor nationaal en provinciaal beleid. Voor beleid op kleinere schaal is aanvullend onderzoek nodig. Er bestaan grote verschillen tussen bedrijven bijvoorbeeld bij rantsoenen voor rundvee en inputs op bedrijfsniveau (zie bijvoorbeeld Landbouw, Milieu en Economie, diverse jaren; Stofstromenonderzoek (Van der Veen et al., 1993)).

De verdeling van dierlijke mest over Nederland is binnen dit onderzoek niet gevarieerd. Het juist inschatten van deze verdeling is met name van belang bij het bepalen van ammoniakemissies op regionaal niveau; indien in de ene regio de ammoniakemissie stijgt (bij meer uitgereden mest) zal deze in de andere regio dalen. De relatieve verandering van de ammoniakemissie bij een andere verdeling van dierlijke mest over het land zal nationaal gezien geringer zijn, omdat er weinig verschil tussen regio's bestaat in emissiearme uitrijtechnieken. Een juiste inschatting is dus wel belangrijk voor het bepalen van prioriteiten op regionale schaal binnen het monitoringssysteem. Hier is sprake van een interactie tussen een wel meegenomen factor (aanwenden van dierlijke mest) en een niet meegenomen factor (mesttransporten).

Overigens is op het moment van schrijven de verdeling van dierlijke mest over Nederland onderwerp van discussie in het kader van het Milieuplanbureau. Aanleiding hiervoor zijn onder andere gegevens van het CBS (Harthold en Van Eerd, 1997). Transporten worden binnen de huidige monitoringwijze ingeschat op basis van de regionale acceptatie van dierlijke mest; de berekende transporten worden vervolgens vergeleken met de transporten op basis van de gegevens van de Stichting Landelijke Mestbank en zonodig hieraan aangepast.

De inschatting van de bandbreedten van emissiefactoren en van penetratiegraden is op basis van kennis aanwezig binnen het projectteam, ondersteund door gegevens uit onderzoek, uitgevoerd. Deze inschattingen spelen duidelijk een rol bij de uiteindelijke uitkomsten. Zouden bandbreedten groter zijn gekozen, dan zou het belang van de factor groter zijn. Vergroting van de kennis is mogelijk en is relevant voor een betrouwbaarheidsanalyse maar minder relevant voor de gevoeligheidsanalyse in deze studie. Dieraantallen, oppervlakte cultuurgrond en mesttransporten worden niet meegenomen. Daarom geeft de uitkomst van dit onderzoek ook geen inzicht in de betrouwbaarheid van de nationale, c.q. regionale emissieschatting.

Het analyseren van de gevoeligheden is voor een recent jaar (1995) uitgevoerd. Dit betekent dat de conclusies in eerste instantie gelden voor de juiste monitoring van het niveau van de ammoniakemissie in dat jaar. Uit de analyse in hoofdstuk 3 blijkt dat de penetratiegraden niet de belangrijkste factoren zijn voor de berekening van de ammoniakemissie. Daarom heeft slechts één onderdeel van het onderzoek zich gericht op het belang van penetratiegraden voor het onderkennen van ontwikkelingen en trends in de emissie. Dit betrof één run voor Noord-Brabant met een toename van het aandeel emissiearme stallen in de varkenshouderij. Hieruit kwam naar voren dat de forse toename van de penetratiegraad weinig gevolgen heeft voor de ammoniakemissie. Deze bevinding ondersteunt de conclusie van het project "Gevolgen Integrale Notitie Ammoniak" (GINA, Klein et al., 1996), namelijk dat de omvang van de vee-stapel, samen met de excretie van stikstof de belangrijkste waar te nemen va-

riabelen zijn voor toekomstige berekeningen, en dat penetratiegraden van minder belang zijn.

5.2 Conclusies

De conclusies uit dit onderzoek worden opgesplitst in conclusies naar aanleiding van de berekeningen voor Nederland en voor de beide provincies. Variabelen die een grote invloed hebben op de omvang van de ammoniakemissie worden geïdentificeerd. Op basis van nationale berekeningen komen we tot de volgende volgorde van belang van factoren. Alleen de drie meest belangrijke factoren worden weergegeven. Daarnaast worden enige algemene conclusies gegeven.

- Nationaal gezien is de emissiefactor bij het aanwenden van dierlijke mest op respectievelijk bouwland en grasland het belangrijkste, gevolgd door de emissiefactor bij melkveestallen.
- Voor Friesland is de emissiefactor bij het aanwenden van mest op grasland de factor met de meeste invloed. Daarna volgt de emissiefactor behorende bij melkveestallen en de emissiefactor bij beweiding.
- In de provincie Noord-Brabant komt de emissiefactor bij het aanwenden van dierlijke mest op bouwland als meest belangrijke naar voren. De op een na belangrijkste factor is de emissiefactor behorende bij stallen in de vleesvarkenshouderij, gevolgd door de beweidingduur bij melkvee.
- Voor de hoogte van de ammoniakemissie is onzekerheid over de hoogte van emissiefactoren belangrijker dan de juistheid van penetratiegraden.
- Bij het stellen van prioriteiten voor verbetering van de monitoring zijn er verschillen tussen nationaal en regionaal niveau. Deze verschillen worden met name veroorzaakt door verschillende relatieve bijdragen van sectoren aan de emissie.
- Een verhoging van het aandeel emissiearme varkensstallen van 5 tot 50% in de concentratiegebieden (mestgebieden 24 t/m 28) heeft slechts beperkte gevolgen (5% daling) voor de ammoniakemissie in de provincie Noord-Brabant, bij gelijkblijvende omvang van de veestapel en gelijkblijvende N-excretie.
- Het effect van de regionalisering van de excretie van melkvee op de ammoniakemissie is gering in verhouding tot de belangrijkste emissiebepalende factoren.

6. AANBEVELINGEN VOOR VERBETERING VAN DE MONITORING VAN DE AMMONIAKEMISSIE

Dit hoofdstuk bevat aanbevelingen voor verbetering van de monitoring van de ammoniakemissie. Het monitoringssysteem wordt gevoed door dieraantallen en de bijbehorende N-excretie, de oppervlakte cultuurgrond, penetratiegraden (van emissiebeperkende maatregelen) en emissiefactoren. Alleen de laatste twee zijn in dit onderzoek op hun belang onderzocht en komen dus terug in deze aanbevelingen. Ten slotte wordt kort ingegaan op actoren die met deze aanbevelingen vervolgcacties kunnen uitzetten.

Deze studie richt zich op het vaststellen van de belangrijkste factoren, die de hoogte van de ammoniakemissie beïnvloeden. Als criterium is hiertoe het effect van variatie in deze factoren op de totale ammoniakemissie genomen. Overheden kunnen echter nog andere criteria gebruiken om een monitoringssysteem in te richten, bijvoorbeeld de ontwikkeling in het aantal emissiearme stallen. De in dit onderzoek verkregen rangvolgorde in te monitoren aspecten hoeft dan ook niet noodzakelijkerwijze overeen te komen met de ingezette beleidsinstrumenten zoals introductie van emissiearme stalsystemen en mestaanwendingstechnieken. Overheden kunnen overwegen hiervoor een extra monitoring op te zetten, gericht op het bepalen van penetratiegraden, waarvan de resultaten bijdragen aan het verder verkleinen van de onzekerheid in de hoogte van de ammoniakemissie.

De volgende *aanbevelingen* worden gedaan op basis van dit onderzoek:

1. het vaststellen van emissiefactoren en het verwerken daarvan in modelberekeningen verdienen in de huidige situatie meer aandacht dan het waarnemen van penetratiegraden, omdat de emissiefactoren meer bepalend zijn voor de hoogte van de ammoniakemissie op nationale en provinciale schaal;
2. bij een verbetering van de monitoring van de ammoniakemissie kan het besteden van aandacht aan pluimvee, vleeskalveren en aan mestopslagen een lage prioriteit krijgen;
3. zowel op nationaal niveau als provinciaal niveau zijn de emissiefactoren van het aanwenden van mest een van de belangrijke bepalende factoren voor de hoogte van de ammoniakemissie. Nader onderzoek is daarom zeer gewenst naar de onzekerheden rondom de gebruikte emissiefactoren, in relatie tot onder meer de weersomstandigheden tijdens mestaanwending;
4. op nationaal niveau is de emissiefactor voor melkveestallen eveneens een belangrijke bepalende factor. Nader onderzoek naar de onzekerheden rondom de gebruikte emissiefactor, in relatie tot bijvoorbeeld de gangbare bedrijfssystemen, is dus zeer gewenst;

5. er wordt op dit moment veel aandacht besteed aan het waarnemen van regionale penetratiegraden bij de invulling van provinciaal (regionaal) ammoniakbeleid. Een onderzoek naar variërende emissiefactoren bijvoorbeeld per grondsoort (bij het aanwenden) of per regio (stalsystemen) lijkt daarnaast gewenst;
6. bij het stellen van prioriteiten voor verbetering van de monitoring zijn er verschillen tussen nationaal en regionaal niveau. Deze verschillen worden met name veroorzaakt door verschillende relatieve aandelen van sectoren. Onderzoek naar penetratiegraden zou ook rekening moeten houden met deze verschillen.

Een belangrijke actor voor het formuleren van onderzoeksvragen op basis van de gedane aanbevelingen is de Werkgroep Landbouw, vallend onder de Coördinatie Commissie Doelgroep Monitoring (CCDM). Dit geldt met name voor aanbeveling 3, 4, 5 en 6. Verder kunnen aan de hand van aanbeveling 6 provincies en gemeenten monitoringsinspanningen plannen en organiseren.

LITERATUUR

- Aulbers, J.W. en H.B. Tirion (1996)
Berekening van de ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland; inventarisatie van de wensen en eisen ten aanzien van de berekeningswijze; Delft, TNO; Rapportnummer: TNO-MEP-R 96/147
- Beijer, L. en H. Westhoek (1996)
Meststoffen voor de rundveehouderij-samenstelling, werking en gebruik; Ede, Informatie- en Kennis Centrum Landbouw; Publicatie 17
- Boers, G., R.D. Meesters en J. Dijk (1996)
Landbouwtelling in vergelijking met andere bronnen; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Onderzoekverslag 151
- Brouwer, F.M., C.H.G. Daatselaar, J.P.P.J. Welten en H.J.M. Wijnands (1996)
Landbouw, Milieu en Economie; Editie 1996; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 68-94, pp. 212
- Dorenbosch, M.M., K.W. van der Hoek, H. Leneman, J. Oosthoek
Protocol monitoring van de Ammoniakemissie; Den Haag, VROM; In voorbereiding
- Eerd, M.M. van (1996)
Mestproductie, mineralenuitscheiding en mineralen in de mest, 1995; In: Maandstatistiek voor de landbouw no. 11, pp. 53-63
- Harthold, H.H. en M.M. van Eerd (1997)
Mesttransportstromen in Nederland 1994 en 1995; In: Kwartaalbericht Milieu 97/2; Voorburg, Centraal Bureau voor de Statistiek
- Hassink, J., D.W. Bussink, O. Oenema, J.G. Kroes, M.J.D. Hack-ten Broeke en H.G. van der Meer (1994)
Verliezen en vastlegging van stikstof bij grasland en maïs; In: Naar veehouderij en milieu in balans, 10 jaar FOMA onderzoek; Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (Rundvee), Wageningen; pp. 73-92
- Hoek, K.W. van der (1994)
Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992; Bilthoven, RIVM; Rapportnummer 773004003, pp. 51

- Hoekstra, J.A. en P.S.C. Heuberger (red.) (1995)
Betrouwbaarheid van milieu-informatie: analyse van een stikstofketen;
 Bilthoven, RIVM; Rapportnummer 714701011
- Huis in 't Veld, J.W.H. en C.M. Groenestein (1995)
Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIV-Vleesvarkensstal met verdunning van mest door opvang in ammoniakvrije vloeistof; DLO, Rapport 95-1007, Wageningen
- Janssen, P.H.M., A.A.M. Kusse, A.U.C.J. Beurden, K.W. van der Hoek, P.M. van Egmond en N.J.P. Hoogervorst (1995)
Betrouwbaarheidsanalyse van de NH₃-emissie berekeningen voor Nederland in 1992; Bilthoven, RIVM; Rapportnummer 714701012 (Achtergronddocument bij Hoekstra en Heuberger, 1995)
- Klein, M.H.J. (red.), H.M. Beije, A. Bleeker, J.W. Erisman, H.H. Luesink, D.A. Oudendag en L. Lekkerkerk (1996)
De effecten van de Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid op de ammoniakproblematiek in relatie tot natuur en bos in de ecologische hoofdstructuur; Wageningen, IKC-Natuurbeheer; Rapportnummer Co-9
- Luesink, H.H. (1993)
Verkenning infrastructurele voorzieningen in 2000 voor mestafzet;
 Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO);
 Onderzoekverslag 103
- Luesink, H.H. en M.Q. van der Veen (1989)
Twee modellen voor de economische evaluatie van de mestproblematiek;
 Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO);
 Onderzoekverslag 47
- Oudendag, D.A. (1993)
Reductie van ammoniakemissie; mogelijkheden en kosten van beperking van ammoniakemissie op nationaal en regionaal niveau; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Onderzoekverslag 102
- Oudendag, D.A. en J.H.M. Wijnands (1989)
Beperking van de ammoniakemissie uit dierlijke mest; een verkenning van de mogelijkheden en kosten; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut; Onderzoekverslag 56
- Veen, M.Q. van der, H.F.M. Aarts, J. Dijk, N. Middelkoop en C.S. van der Werf (1993)
Stofstromen in de Nederlandse Landbouw; Deel 1 Nutriëntenstromen op melkveebedrijven in Gelderland; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Onderzoekverslag 112; CABO-DLO, verslag 174, pp. 151

Wouters, A.P., J.F.M. Huijsmans, J.J. Schroeder, D.W. Bussink, J.H. Geurink, A.J.H. van Lent en H.G. van der Meer (1994)

Toediening van dierlijke mest op grasland en maïsland; In: Naar veehouderij en milieu in balans, 10 jaar FOMA onderzoek; Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (Rundvee); Wageningen; pp. 93-119

BIJLAGEN

Bijlage 1 Landelijke stikstofexcretiecijfers 1995 in kilogram per aanwezig dier per jaar en dieraantallen volgens Landbouwtelling 1995 zoals gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse met de Quick Scan

	Forf P ₂ O ₅	N	Aantal NL	Aantal FR	Aantal N.-Br.
Melkkoe.eq stal					
Jongvee 0-1 vr.	9	32,5	696.063	106.466	123.693
Jongvee 0-1 mnl.	12	32,5	44.163	6.058	5.538
Jongvee 1-2 vr.	18	50,4	682.888	103.949	121.041
Jongvee 1-2 mnl.	22	101,3	33.118	4.683	4.149
Jongvee >2 vr.	18	50,3	124.970	15.304	18.994
Melkkoeien	41	65,3	1.707.875	275.415	278.142
Stieren fokkerij	22	101,3	8.674	1.190	1.193
Aantal melkkoe.eq stal	41		2.250.689	356.065	371.260
N-excretie per equivalent			80,2	79,3	80,7
Melkkoe.eq wei					
Jongvee 0-1 vr.	9	12,6	696.063	106.466	123.693
Jongvee 0-1 mnl.	12	12,6	44.163	6.058	5.538
Jongvee 1-2 vr.	18	43,5	682.888	103.949	121.041
Jongvee 1-2 mnl.	22		33.118	4.683	4.149
Jongvee >2 vr.	18	43,5	124.970	15.304	18.994
Melkkoeien	41	78,1	1.707.875	275.415	278.142
Stieren fokkerij	22		8.674	1.190	1.193
Aantal melkkoe.eq wei	41		2.250.689	356.065	371.260
N-excretie per equivalent			79	79	79,3
Stalvleesvee.eq					
Mestjv. 0-1 vr.	12	44,8	57.218	4.438	12.821
Mestjv. 0-1 mnl.	13,4	29,5	188.193	7.984	60.532
Mestjv. 1-2 vr.	20	93,7	66.653	5.704	14.770
Mestjv. 1-2 mnl.	13,4	64,6	169.546	6.396	56.457
Geiten incl. aanfok	5,2	21,5	43.231	2.993	17.509
Aantal stalvleesvee.eq	13,4		525.237	28.029	157.310
N-excretie per equivalent			50	51,6	49,4
Waarvan in de weide					
Mestjv. 0-1 vr.		12,5	57.218	4.438	12.821
Mestjv. 1-2 vr.		43,5	66.653	5.704	14.770
N-weide/totaal in %			13,8	21	10,3
Weidend vleesvee.eq					
Mestjv. >2 vr.	20	93,9	48.365	4.723	8.094
Mestjv. >2 mnl.	20	64,6	10.969	784	2.536
Zoogkoeien	41	110,8	146.181	11.820	29.512
Ooien incl. aanfok	5,1	24,3	770.730	164.589	54.845
Aantal weidend vleesvee.eq	13,4		829.166	107.027	127.037
N-excretie per equivalent			48,5	54,2	43,5

	Forf P ₂ O ₅	N	Aantal NL	Aantal FR	Aantal N.-Br.
Waarvan in de weide					
Mestjv. >2 vr.		43,5	48.365	4.723	8.094
Zoogkoeien		63,1	146.181	11.820	29.512
Ooien incl. aanfok		20,3	770.730	164.589	54.845
N-weide/totaal in %			67,1	74,0	60,2
Vleeskalveren.eq					
Vleeskalveren/wit	5,2	11,6	583.516	18.423	121.733
Vleeskalveren/rose	5,2	29,9	85.803	2.613	22.853
Aantal vleeskalveren.eq	5,2		669.319	21.036	144.586
N-excretie per equivalent			13,9	13,9	14,5
Vleesvarkens					
Aantal vleesvarken.eq	7,4	14,5	7.123.923	53.198	3.027.193
Fokvarken.eq					
Opfokzeug/beer	8,2	14,4	368.902	2.372	169.038
Zeugen incl. biggen	20,3	31,4	1.287.224	15.197	579.480
Dekrijpe beren	13,8	24,6	21.297	239	9.362
Aantal fokvarken.eq	20,3		1.450.716	16.318	654.126
N-excretie per equivalent			31,9	31,7	31,9
Leghen.eq					
Leghennen <18 wk	0,2	0,36	8.890.100	94.960	2.162.750
Leghennen >18 wk	0,5	0,81	29.271.720	679.290	7.586.820
Vleeseenden	0,6	1,09	868.965	0	1.610
Moederd. <5 mnd.	0,28	0,55	3.065.170	148.200	839.480
Moederd. >5 mnd.	0,81	1,42	4.506.840	204.500	1.890.840
Aantal leghen.eq	0,5		42.888.094	1.131.556	11.987.122
N-excretie per equivalent			0,84	0,85	0,84
Vleespluimvee.eq					
Vleeskuikens	0,24	0,63	43.827.286	3.719.620	13.333.082
Vleeskalkoenen	0,79	1,97	1.175.527	2.620	195.535
Kalkoenouderd <7 mnd.	1,47	2,78	13.930	0	0
Kalkoenouderd >7 mnd.	2	3,04	17.290	0	0
Aantal vleespluimvee.eq	0,24		47.926.134	3.728.244	13.976.718
N-excretie per equivalent			0,63	0,63	0,63

Totale excretie 1995 in kton N	totaal Ned.	totaal FR	totaal N.-Br.
Melkkoe.eq - stal	180,52	28,25	29,96
Melkkoe.eq - wei	177,85	28,12	29,44
Stalvleesvee.eq	26,24	1,45	7,77
Weidend vleesvee.eq	40,18	5,8	5,53
Vleeskalveren.eq	9,33	0,29	2,1
Vleesvarken.eq	103,3	0,77	43,89
Fokvarken.eq	46,25	0,52	20,86
Leghen.eq	35,94	0,96	10,07
Vleespluimvee.eq	30,02	2,35	8,79
Totale excretie 1995 a)	649,6	68,5	158,4

a) De berekende stikstofexcretie wijkt af van de door het CBS berekende excretie (Van Eerd, 1996) en de excretie zoals vermeld in Milieubalans 1997; namelijk 652 mln. kg stikstof. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat in beide laatstgenoemde bronnen de emissie van pelsdieren en konijnen is meegenomen. De gevoeligheidsanalyse met de mest- en ammoniakmodellen van LEI-DLO is wat de stikstofproductie betreft, gebaseerd op de Milieubalans 1997.

Bijlage 2 Regionale stikstofexcretiecijfers 1995 in kilogram per aanwezig dier per jaar en dieren aantallen volgens Landbouwtelling 1995 voor Friesland en Noord-Brabant zoals gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse met de Quick Scan

	Forf P ₂ O ₅	Na a)	Aantal FR	Nb a)	Aantal N.-Br.
Melkkoe.eq stal					
Jongvee 0-1 vr.	9	34,7	106.466	31	123.693
Jongvee 0-1 mnl.	12	34,7	6.058	31	5.538
Jongvee 1-2 vr.	18	52,5	103.949	48,9	121.041
Jongvee 1-2 mnl.	22	101,3	4.683	101,3	4.149
Jongvee >2 vr.	18	52,5	15.304	48,9	18.994
Melkkoeien	41	65,1	275.415	65,5	278.142
Stieren fokkerij	22	101,3	1.190	101,3	1.193
N-excretie totaal in kton			28,7		29,6
N-excretie per equivalent			80,6		79,8
Melkkoe.eq wei					
Jongvee 0-1 vr.	9	13,4	106.466	12	123.693
Jongvee 0-1 mnl.	12	13,4	6.058	12	5.538
Jongvee 1-2 vr.	18	43,5	103.949	43,5	121.041
Jongvee 1-2 mnl.	22	101,3	4.683	101,3	4.149
Jongvee >2 vr.	18	43,5	15.304	43,5	18.994
Melkkoeien	41	84,4	275.415	72,9	278.142
Stieren fokkerij	22		1.190		1.193
N-excretie totaal in kton			29,9		27,9
N-excretie per equivalent			84,1		75,2
Stalvleesvee.eq					
Mestjv. 0-1 vr.	12	48,1	4.438	43	12.821
Mestjv. 0-1 mnl.	13,4	29,5	7.984	29,5	60.532
Mestjv. 1-2 vr.	20	96	5.704	92,4	14.770
Mestjv. 1-2 mnl.	13,4	64,6	6.396	64,6	56.457
Geiten incl. aanfok	5,2	21,5	2.993	21,5	17.509
N-excretie totaal in kton			1,5		7,7
N-excretie per equivalent			52,6		49,1
Waarvan in de weide					
Mestjv. 0-1 vr.		13,4	4.438	12	12.821
Mestjv. 1-2 vr.		43,5	5.704	43,5	14.770
N-weide/totaal in %			20,9		10,3
Weidend vleesvee.eq					
Mestjv. >2 vr.	20	96	4.723	92,4	8.094
Mestjv. >2 mnl.	20	64,6	784	64,6	2.536
Zoogkoeien	41	110,8	11.820	110,8	29.512
Ooien incl. aanfok	5,1	24,3	164.589	24,3	54.845
N-excretie totaal in kton			5,8		5,5
N-excretie per equivalent			54,3		43,4

a) Na = stikstofexcretie voor Noordwest-Nederland; Nb = idem voor Zuidoost-Nederland.

	Forf P ₂ O ₅	Na a)	Aantal FR	Nb a)	Aantal N.-Br.
Waarvan in de weide					
Mestjv >2 vr.		43,5	4.723	43,5	8.094
Zoogkoeien		63,1	11.820	63,1	29.512
Ooien incl. aanfok		20,3	164.589	20,3	54.845
N-weide/totaal in %			73,8		60,3

a) Na = stikstofexcretie voor Noordwest-Nederland; Nb = idem voor Zuidoost-Nederland.

Bijlage 3 Grondslagen voor de prototype berekeningen

Bij de prototype berekeningen voor de Quick Scan, wordt de NH₃-emissie uit de N-excretie per diergroep berekend door te bepalen hoeveel van deze "N-meststroom" tijdens de achtereenvolgende emissiebronnen stal, opslag, beweiding en aanwending als NH₃ verloren gaat. Dit gebeurt door voor elke emissiebron de dan nog beschikbare hoeveelheid N te vermenigvuldigen met een vervluchtigingspercentage die karakteristiek is voor die emissiebron, en zo uiteindelijk de totale emissie over alle emissiebronnen vast te stellen:

stel bijvoorbeeld dat f₁, f₂, f₃, f₄ de vervluchtigingspercentages zijn voor respectievelijk stal, opslag, beweiding en aanwending en dat Nexc de N-excretie is voor de betreffende diergroep. Eenvoudige boekhouding leert het volgende:

- op basis van stalemissie gaat f₁xNexc verloren als emissie;
- van de overblijvende (1-f₁)xNexc gaat f₂x(1-f₁)xNexc verloren als opslagemissie;
- van de overblijvende (1-f₂)x(1-f₁)xNexc gaat nu f₃x(1-f₂)x(1-f₁)xNexc verloren als beweidingsemis-sie;
- uiteindelijk wordt van de dan overblijvende (1-f₃)x(1-f₂)x(1-f₁)xNexc nog eens f₄x(1-f₃)x(1-f₂)x(1-f₁)xNexc als aanwendingsemis-sie geëmitteerd.

Bij de weide-excretie geldt f₁=f₂=f₄=0; bij stalexcretie geldt uiteraard dat f₃=0. Er blijft dus (1-f₄)x(1-f₃)x(1-f₂)x(1-f₁)xNexc over van de oorspronkelijk geproduceerde Nexc, en de totale N-emissie (voor de betreffende diergroep) is dus gelijk aan

$$Nemis = [1 - (1-f_4)x(1-f_3)x(1-f_2)x(1-f_1)] \times Nexc$$

Door deze berekening voor elke diergroep uit te voeren met de bijbehorende vervluchtigingspercentages, en door uiteindelijk alle zo verkregen emissies te sommeren, verkrijgen we een schatting van de totale N-emissie (in kg N). De ammoniakemissie (in kg ammoniak) is dus 17/14 * deze emissie.

Bovengenoemde vervluchtigingspercentages hangen af van de emissiefactoren en de penetratiegraden van de "bewerkingstechnieken" die bij de emissiebron een rol spelen:

stel bijvoorbeeld dat er twee bewerkingstechnieken zijn bij de emissiebron, zeg A en B, en dat A en B in 30 respectievelijk 70% van de gevallen gebruikt worden (penetratiegraden van technieken). Veronderstel verder dat de emissiefactor voor techniek A en B respectievelijk gelijk is aan 15 en 7 (in % van de inkomende N-stroom). Dan is het verlies bij de betreffende emissiebron gelijk aan: $(30 \times 15 + 70 \times 7) / 100 = 9,4\%$.

Dus 9,4% van de inkomende N-stroom komt als NH₃-emissie vrij, en het vervluchtigingspercentage voor deze emissiebron is dus 0,094.

Kanttekening bij de gevolgde werkwijze

De uitgevoerde gevoeligheidsanalyse gaat uit van individuele parametervariatie rond de gemiddelde waarden. Hij schetst daardoor geen compleet beeld: in de eerste plaats omdat hij lokaal is, dat wil zeggen plaatsvindt rond de gemiddelde parameter

waarden, en in de tweede plaats omdat hij slechts individuele parametervariaties bekijkt en daardoor interactie-effecten tussen parameter variaties niet in beschouwing neemt. Eventueel kan door alternatieve analyses uit te voeren rond andere werkpunten (gemiddelde waarden), en door ook een maat te geven voor de grootte van de interactie-effecten, worden ingeschat of de geschetste beperkingen ernstig zijn.

Bijlage 4 Prototypeberekeningen met gemiddelde waarden en 1-procentvariaties

Gebruik makend van gemiddelde waarden voor de emissiefactoren, penetratiegraden en de N-excretiecijfers uit hoofdstuk 2, bijlage 1 en bijlage 2 zijn de emissieberekeningen voor Nederland, Noord-Brabant en Friesland uitgevoerd aan de hand van het prototypemodel uit bijlage 3. Hierbij werd de invloed van transport verdisconteerd

Tabel B4.1 N-excreties, NH₃-emissie, evenals hun herkomst, voor Nederland; via prototypemodel

	N-excretie (in kton)	NH ₃ -emissie (in kton)	Procentuele emissiebijdrage (%)				
			totaal	stal	opslag	beweid	aanwen
Melkkoeien - stal	233,9	56,38	40,1	26,4	0,8	---	12,8
Melkkoeien - wei	124,5	12,09	8,6	---	---	8,6	---
Stalvleesvee	26,2	6,34	4,5	2,8	a)	---	1,6
Weidend vleesvee - stal	13,3	3,22	2,3	1,4	a)	---	0,8
Weidend vleesvee - wei	26,9	2,61	1,9	---	---	1,9	---
Vleeskalveren	9,3	1,71	1,2	1,2	---	---	---
Vleesvarkens	103,3	31,24	22,2	15,8	0,2	---	6,0
Fokvarkens	46,25	14,81	10,5	7,8	0,1	---	2,6
Leghennen	35,9	7,11	5,1	2,7	0,1	---	2,3
Vleespluimvee	30,0	5,19	3,7	2,7	---	---	0,9
Totalen	649,6	140,70	100	61,2	1,3	10,5	27,0

--- = n.v.t.

a) Minder dan 0,1%.

Tabel B4.2 N-excreties, NH₃-emissie, evenals hun herkomst, voor Noord-Brabant; via prototypemodel

	N-excretie (in kton)	NH ₃ -emissie (in kton)	Procentuele emissie bijdrage (%)				
			totaal	stal	opslag	beweid	aanwen
Melkkoeien - stal	38,8	9,08	24,4	16,6	0,5	---	7,3
Melkkoeien - wei	20,6	2,00	5,4	---	---	5,4	---
Stalvleesvee	7,8	1,87	5,0	3,2	0,1	---	1,7
Weidend vleesvee - stal	1,8	0,43	1,2	0,8	a)	---	0,4
Weidend vleesvee - wei	3,7	0,36	1,0	---	---	0,1	---
Vleeskalveren	2,1	0,39	1,0	1,0	---	---	---
Vleesvarkens	43,9	13,17	35,5	25,9	0,3	---	9,3
Fokvarkens	20,9	6,64	17,9	13,3	0,2	---	4,4
Leghennen	10,1	1,97	5,3	2,8	0,1	---	2,4
Vleespluimvee	8,8	1,21	3,3	3,1	---	---	0,2
Totalen	158,5	37,12	100,0	66,7	1,2	6,4	25,7

--- = n.v.t.

a) Minder dan 0,1%.

door de emissiefactoren voor aanwending met 0,5 te vermenigvuldigen voor "vleespluimvee" voor Nederland, en met 0,1 voor Noord-Brabant. Voor Friesland zijn de emissiefactoren voor aanwending met 5 vermenigvuldigd voor de diergroep vleesvarkens.

Tabel B4.3 N-excreties, NH₃-emissie, evenals hun herkomst, voor Friesland; via prototypemodel

	N-excretie (in kton)	NH ₃ - emissie (in kton)	Procentuele emissie bijdrage (%)				
			totaal	stal	opslag	beweid	aanwen
Melkkoeien - stal	36,7	9,40	66,9	40,8	1,3	---	24,0
Melkkoeien - wei	19,7	1,91	13,6	---	---	13,6	---
Stalvleesvee	1,5	0,38	2,7	1,6	a)	---	1,0
Weidend vleesvee - stal	1,9	0,48	3,4	2,1	a)	---	1,3
Weidend vleesvee - wei	3,8	0,38	2,7	---	---	2,7	---
Vleeskalveren	0,3	0,06	0,4	0,4	---	---	---
Vleesvarkens	0,8	0,54	3,8	1,2	a)	---	2,6
Fokvarkens	0,5	0,16	1,2	0,8	a)	---	0,3
Leghennen	1,0	0,21	1,5	0,7	a)	---	0,7
Vleespluimvee	2,35	0,53	3,8	2,0	---	---	1,6
Totalen	68,55	14,04	100,0	50,7	1,4	16,3	31,6

--- = n.v.t.

a) Minder dan 0,1%.

Dit resulteert in de getallen die vermeld staan in tabellen B4.1, B4.2, B4.3, waarmee inzicht verkregen wordt in de verdeling van de N-emissies over de verschillende categorieën (diergroep/emissiebron), zowel op landelijk als op regionaal niveau.

Op nationaal niveau dragen vooral melkkoeien en varkens bij aan de emissie (meer dan 80%). Ook bij Noord-Brabant is dat het geval, maar daar zijn het met name de varkens die verreweg het grootste aandeel leveren. Bij Friesland echter is het aandeel van de varkens gering, en nemen daarentegen melkkoeien het grootste deel van de N-emissie voor hun rekening.

Merk verder op dat de aandelen van de emissiebronnen in de emissie voor Nederland en Noord-Brabant vrij sterk met elkaar overeenkomen: stalemissie neemt meer dan 60% voor haar rekening gevolgd door aanwending (> 25%), en beweiding (5-10%). De invloed van opslag is verwaarloosbaar. Friesland vertoont weliswaar dezelfde orde van belangrijkheid, maar de onderlinge verhoudingen liggen hierbij wat anders: aanwendings- en beweidingsemisssie scores hier hoger, hetgeen samenhangt met verhoudingsgewijs grote invloed van melkkoeien en de hogere penetratiegraad van emissierijke aanwendingstechnieken (vergelijk tabel 2.3 voor wat betreft penetratiegraden van de aanwendingstechniek EFP-14, sleepvoeten; voor melkkoeien).

De tabellen B4.1, B4.2 en B4.3 verschaffen kwantitatief inzicht in de bijdrage van de diersoort/emissiebron combinaties tot de totale ammoniakemissie. Dit is één aspect dat de gevoeligheid van de berekende ammoniakemissie voor de variaties in de parameter (dat wil zeggen emissiefactor, penetratiegraad, N-productie) bepaalt; zie de discussie op het eind van paragraaf 3.2.

Een ander belangrijk aspect betreft de invloed van de parametervariatie op het ammoniakemissieniveau van de betreffende emissiebron/diersoort. Een indruk hiervan kunnen we krijgen door te berekenen met hoeveel procent de emissie van de betreffende emissiebron wijzigt indien de individuele parameter met 1% wijzigt. Bijvoorbeeld stel dat er twee emissievormen/technieken zijn, met bijbehorende penetratiegraden en emissiefactoren (voorbeeld Emissiebron melkvee stal, EFP-1, bestaande uit "grupstal"- en "ligbox"-systemen). Hoeveel wijzigt de emissie van de emissiebron (in %), indien de emissiefactor van "techniek" A bijvoorbeeld 1% hoger ligt, of indien de penetratiegraad van "techniek" A 1% hoger ligt (dit laatste heeft uiteraard ook effect voor de penetratiegraad van techniek B).

De resultaten van deze 1-procentvariatie staan weergegeven in tabel B4.4 (voor Nederland):

- duidelijk is dat de invloed van een 1-procentvariatie in emissiefactoren een directe invloed van 1% heeft indien er slechts 1 emissie "techniek/vorm" is (bijvoorbeeld EFP-2, EFP-3);
- indien er meerdere technieken zijn, dan zal de invloed anders uitvallen, afhankelijk van de bijdrage van de afzonderlijke technieken tot de emissie van de betreffende bron (vergelijk EFP-1; grupstal en ligbox). Merk op dat voor "emissierijkere" technieken de invloed van een 1-procentvariatie in de penetratiegraad kleiner is dan de invloed van een 1-procentvariatie in de emissiefactor. Voor "emissiearmere" technieken hoeft dit niet het geval te zijn. Een en ander hangt af van de verhouding tussen de emissiefactoren van de verschillende technieken. Er kan worden aangetoond dat indien de emissiefactor voor de "emissiearme" techniek meer dan 2 keer zo klein is als voor de "emissierijke" techniek, een 1-procentvariatie in de penetratiegraad meer effect heeft dan een 1-procentvariatie in de emissiefactor. Zie bijvoorbeeld de resultaten van EFP-6, mestband, EFP-14, zodebemesting, en EFP-15 injectie in tabel B4.4.

Combinatie van de resultaten over de 1-procentvariatie met de daadwerkelijke grootte van de parametervariatie (bandbreedte) én met de relatieve bijdragen van de emissiebron/diersoort tot de totale ammoniakemissie verandering (tabel B4.1, B4.2, B4.3) geeft uiteindelijk informatie over de gevoeligheid van de totale ammoniakemissie voor de diverse parametervariaties binnen de bandbreedten.

Tabel B4.4 *Relatieve invloed (in %) van een 1% individuele parametervariatie op de ammoniakemissie per emissiebron; voor Nederland*

EFP	Gewogen gemiddeld vervluchtigingspercentage	Omschrijving	Relatieve verandering (%) t.g.v. 1-procentvariatie in emissiefactor	Relatieve verandering (%) t.g.v. 1-procentvariatie in penetratiegraad
EFP-1	13,1	grupstal ligbox	0,11 0,89	0,11 0,46
EFP-2	12,6		1,0	n.v.t.
EFP-3	15,1		1,0	n.v.t.
EFP-4	18,0		1,0	n.v.t.
EFP-5	19,5		1,0	n.v.t.
EFP-6	8,59	grondhuis mestband	0,70 0,30	0,57 1,33
EFP-7	10,6		1,0	n.v.t.
EFP-8	0,48	afgedekte opslag	1,0	1,0
EFP-9	0,245	afgedekte opslag	1,0	1,0
EFP-10	0,2822	afgedekte opslag	1,0	1,0
EFP-11	0,4012	afgedekte opslag	1,0	1,0
EFP-12	0,3084	afgedekte opslag	1,0	1,0
EFP-13	8,0	beweiding	1,0	n.v.t.
EFP-14	7,325	sleepvoeten zodebemest	0,53 0,47	0,32 0,71
EFP-15	8,1625	injectie 1 werkgang 2 werkgangen	0,10 0,19 0,71	0,16 0,06 0,44

Bijlage 5 Indeling van Nederland in 31 mestregio's



- 1 Groningen
- 2 Noord-Friesland
- 3 Zuidwest-Friesland
- 4 De Wouden
- 5 Veenkoloniaal Drenthe
- 6 Drenthe exclusief de Veenkoloniën
- 7 Noord-Overijssel
- 8 Salland, Twente en omstreken
- 9 Noord- en Oost-Veluwe
- 10 West-Veluwe
- 11 Achterhoek en omstreken
- 12 Betuwe
- 13 Oost-Utrecht
- 14 West-Utrecht
- 15 Noord-Noord-Holland
- 16 Zuid-Noord-Holland
- 17 Zuid-Holland exclusief zeelei
- 18 Zeelei van Zuid-Holland
- 19 Walcheren, Noord-Beveland en Schouwen-Duiveland
- 20 Zuid-Beveland, Tholen en Sint Phillipsland
- 21 Zeeuws Vlaanderen
- 22 West-Noord-Brabant
- 23 West-Kempen
- 24 Maaskant Meijerij
- 25 Oost-Kempen
- 26 Peel en Land van Cuyck
- 27 West-Noord-Limburg
- 28 Noord-Limburg Maasvlakte
- 29 Zuid-Limburg
- 30 Noordoostpolder
- 31 Flevopolders