

# De invloed van het bedrijfsmanagement op de ammoniakemissie

Ing. A. van den Ham  
Ing. D.A. Oudendag

Maart 1999

Rapport 2.99.03

Landbouw-Economisch Instituut (LEI), Den Haag

Het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Bedrijfsontwikkeling en omgevingsfactoren
- Emissie- en milieuproblematiek
- Concurrentiepositie en de Nederlandse agribusiness; Industrie en handel
- Economie van het landelijk gebied
- Nationale en internationale beleidsvraagstukken
- Bedrijven-Informatienet; Statistische documentatie; Periodieke rapportages

De invloed van het bedrijfsmanagement op de ammoniakemmissie  
Ham van den A., D.A. Oudendag  
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI), 1999  
Rapport 2.99.03; ISBN 90-5242-478-0; Prijs f 18,- (inclusief 6% BTW)  
27 p., fig., tab.

Vooral de voeding en de mesttoediening zijn voor de melkveehouders aangrijpingspunten om de ammoniakemissie te verminderen. De onbestendig eiwitbalans (OEB) blijkt een goed bruikbaar integraal kengetal voor de invloed van de voeding te zijn. De wijze van werken bij het toedienen van de mest is een andere invloedrijke factor. Uit berekeningen (met de ammoniakmodule van APPROXI) blijkt dat verlaging van de ammoniakemissie meelift met een beleid dat inzet op maatregelen voor een lager N-overschot. Door maatregelen die het N-overschot verlagen, daalt ook de OEB van het rantsoen en daarmee de ammoniakemissie, maar niet voor elk bedrijf in dezelfde mate. Dat komt doordat niet iedere veehouder dezelfde maatregelen neemt bij een gelijke aanscherping van de verliesnormen. Hij kan bijvoorbeeld kiezen voor een lagere bemesting, een andere werkwijze kiezen bij het toedienen van de mest of voedermiddelen aankopen met een lagere OEB. Met de OEB kan de boer via zijn management invloed op de ammoniakemissie uitoefenen, maar dat moet dan via het beleid wel worden gehonoreerd. Met het Mest- en ammoniakmodel is berekend dat er grote verschillen zijn in de nationale omvang van de ammoniakemissie als alle veehouders binnen het kader van de huidige wetgeving de ammoniakemissie nauwelijks respectievelijk zoveel als technisch mogelijk is beperken. Voor het jaar 2000 levert dat zelfs een verschil op van 50 miljoen kilogram ammoniak voor Nederland als geheel.

Daarom is het belangrijk om bij het formuleren van beleid rekening te houden met de manier waarop boeren op beleidsinstrumenten zoals MINAS reageren met veranderingen in hun management.

#### Bestellingen:

Telefoon: 070-3308330  
Telefax: 070-3615624  
E-mail: [publicatie@lei.dlo.nl](mailto:publicatie@lei.dlo.nl)

#### Informatie:

Telefoon: 070-3308330  
Telefax: 070-3615624  
E-mail: [informatie@lei.dlo.nl](mailto:informatie@lei.dlo.nl)

#### Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van toepassing. De Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) zijn gedeponneerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.



# Inhoud

	Blz.
<b>Woord vooraf</b>	7
<b>Samenvatting</b>	9
<b>1. Doel van het project</b>	11
1.1 Inleiding	11
1.2 Doel	11
<b>2. Literatuurstudie en interviews</b>	12
2.1 Inleiding	12
2.2 Bedrijfsstrategie	12
2.3 Integraal kengetal	13
2.4 Voeding in stal en weide	13
2.5 Huisvesting	14
2.6 Toedienen van de mest	15
2.7 Modelaanpassingen	17
<b>3. Cases</b>	18
3.1 Inleiding	18
3.2 APPROXI	18
3.3 Mest- en ammoniakmodel	20
<b>4. Conclusies</b>	22
<b>5. Aanbevelingen</b>	23
<b>Literatuur</b>	25
<b>Bijlage</b>	
1. Lijst van referenten	27

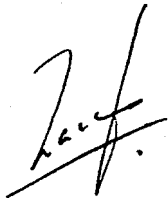


## Woord vooraf

Bij het huidige mest- en ammoniakbeleid wordt veelal gerekend met standaardcijfers. Dat wil zeggen dat voor iedere bedrijfssituatie dezelfde emissiefactoren worden gehanteerd. In de praktijk zullen in vergelijkbare situaties verschillen optreden. Een van de oorzaken daarvan heeft te maken met verschillen in management bijvoorbeeld bij de keuzes die de boer maakt bij het verminderen van de mineralenverliezen als gevolg van de aanscherping van de MINAS-normen.

Dit onderzoek heeft tot doel meer inzicht te krijgen in de invloed van het management en de ammoniakemissie. We hebben daarvoor een literatuurstudie uitgevoerd en gesprekken gevoerd met diverse deskundigen van AB-DLO, ID-DLO, IMAG-DLO, LEI en NMI (zie bijlage). We bedanken de referenten voor hun medewerking. Waar mogelijk zijn de gevonden relaties in de modellen ingebracht. Voor een deel zal dat nog gebeuren.

De directeur,



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse





# Samenvatting

## *Probleemstelling*

Bij het formuleren van beleid en ook bij het maken van modelberekeningen voor de emissie van ammoniak wordt veelal gebruikgemaakt van gemiddelde resultaten van onderzoek. Bij de berekening van de ammoniakemissie wordt bij vergelijkbare bedrijfsomstandigheden meestal gewerkt met vaste coëfficiënten. Geconstateerde bandbreedtes worden niet of nauwelijks gebruikt. Deze bandbreedtes ofwel variatie in de ammoniakemissie zijn afhankelijk van omgevingsfactoren (het weer en de bodemomstandigheden) en de wijze waarop de veehouder zijn management aanpast bij aanscherping van het milieubeleid (bijvoorbeeld de MINAS-normen). De keuzes die de veehouder daarbij maakt, beïnvloeden de omvang van de ammoniakemissie. Die keuzes hangen samen met de bedrijfsstrategie van de veehouder. De bedrijfsstrategie zegt iets van de wijze waarop de veehouder zijn doelstellingen wil bereiken. Wat zijn voor hem belangrijke onderdelen van de bedrijfsvoering, wat bepaalt in zijn visie het bedrijfsresultaat, met andere woorden: wat ziet hij als de kritische succesfactoren? Belangrijke onderdelen van zijn bedrijfsstrategie zal hij niet snel willen opgeven. De bedrijfsstrategie heeft daarom invloed op het management van de veehouder en daarmee op de ammoniakemissie.

## *Doelstelling*

Het doel van dit project is om na te gaan wat de effecten zijn op de ammoniakemissie als bij het maken van modelberekeningen en bij het formuleren van beleid rekening wordt gehouden met de wijze waarop de veehouder zijn management aanpast. We hebben dat vooral gedaan via literatuurstudie en gesprekken met deskundigen. Het onderzoek is beperkt tot de melkveehouderij.

Veehouders nemen in het dagelijks management veel beslissingen die alle hun invloed hebben op bijvoorbeeld de N-verliezen of de ammoniakemissie. Als die beslissingen als resultante in één getal tot uitdrukking komen, is dat getal geschikt als integraal kengetal voor (een belangrijk deel van) het management. De OEB (onbestendig eiwitbalans) zou een dergelijke functie kunnen vervullen.

## *Aanscherping MINAS-normen leidt tot aanpassing management en lagere ammoniakemissie*

Uit de resultaten blijkt dat de veehouder vooral bij de voeding en bij de mesttoediening mogelijkheden heeft om de ammoniakemissie te verminderen. Beleidsmaatregelen die hierop inspelen, kunnen een grote invloed hebben op de ammoniakemissie. Met de verworven in-

zichten, hebben we na een modelaanpassing enkele cases uitgevoerd. We geven - naast de situatie in 1995 - de volgende opties:

- beleidsvariant volgens de Integrale Notitie eerste fase (jaar 2000);
- beleidsvariant volgens een strenge N verliesnorm met heffing (jaar 2005).

De resultaten van de berekeningen met de ammoniakmodule van APPROXI geven aan dat het mineralenbeleid van de Integrale Notitie niet alleen invloed heeft op de omvang van het N-overschot, maar ook op de ammoniakemissie. Die invloed is voor 1995 tot 2005 zelfs aanzienlijk. Door de aanscherping van de verliesnormen in die periode passen boeren hun management zodanig aan dat de ammoniakemissie gemiddeld met 17% daalt. Verlaging van de ammoniakemissie lift dus mee met beleid dat inzet op een lager mineralenoverschot. Houden we bij de berekening van de ammoniakemissie rekening met de OEB van het rantsoen, dan komt daar gemiddeld nog 4 à 5% bij. Dat betekent dat de vermindering van de ammoniakemissie via de voeding gemiddeld met 4 à 5% wordt onderschat. Voor individuele bedrijven kan het rekening houden met de OEB van het rantsoen leiden tot een berekende ammoniakemissie die tot 20 kg per hectare hoger is of tot 20 kg per hectare lager is dan wanneer bij de berekeningen de OEB buiten beschouwing wordt gelaten. Dat komt doordat de maatregelen die het N-overschot verlagen in het algemeen leiden tot een verlaging van de OEB van het rantsoen, maar dat werkt niet voor elk bedrijf in dezelfde mate. Rekening houden met de OEB geeft de boer een instrument in handen waardoor hij via zijn management invloed op de omvang van de ammoniakemissie kan uitoefenen. Als dat in de cijfers voor zijn bedrijf tot uitdrukking komt, en als dat in het beleid wordt meegenomen, ziet hij dat zijn aanpak wordt gehonoreerd. Door extra stimulansen kan de invloed van aanpassingen van het rantsoen op de ammoniakemissie nog meer toenemen. De resultaten van de berekeningen kunnen worden weergegeven op regionaal of nationaal niveau.

#### *Grote bandbreedte in totale ammoniakemissie als gevolg van management*

Met het Mest- en ammoniakmodel is berekend dat er grote verschillen zijn in de nationale omvang van de ammoniakemissie als alle veehouders (zowel met melkvee als varkens en pluimvee) de ammoniakemissie zoveel als technisch mogelijk is beperken. Dan kan ook met zo gunstig mogelijke coëfficiënten voor de ammoniakemissie worden gewerkt. Daarnaast is bekeken wat er gebeurt als binnen het kader van de huidige wetgeving veehouders nauwelijks aandacht aan vermindering van de ammoniakemissie besteden zodat met zo hoog mogelijke coëfficiënten moet worden gewerkt. Voor het jaar 2000 levert dat zelfs een verschil op van 50 miljoen kilogram ammoniak voor Nederland als geheel (84 respectievelijk 134 miljoen kilogram). Dit is een zeer grote bandbreedte.

Uit de resultaten blijkt dat het belangrijk is om bij het formuleren van beleid rekening te houden met de manier waarop boeren op beleidsinstrumenten reageren met veranderingen in het management.

# 1. Doel van het project

## 1.1 Inleiding

Bij het formuleren van beleid en ook bij het maken van modelberekeningen voor de emissie van ammoniak wordt veelal gebruikgemaakt van gemiddelde resultaten van onderzoek. Meestal wordt gewerkt met vaste coëfficiënten. Geconstateerde bandbreedtes worden niet of nauwelijks gebruikt. Deze bandbreedtes ofwel variatie in de ammoniakemissie zijn afhankelijk van omgevingsfactoren (het weer en de bodemomstandigheden) en de wijze waarop de veehouder zijn management aanpast bij aanscherping van het milieubeleid. De keuzes die de veehouder daarbij maakt, beïnvloeden de ammoniakemissie.

Het huidige beleid van stikstofverliesnormen (in MINAS) bevat financiële prikkels voor veehouders om hun management aan te passen. Vaak wordt echter te weinig rekening gehouden met de manier waarop de veehouder, vanuit zijn eigen bedrijfsstrategie gezien, zijn bedrijfsvoering aanpast (wijze van toepassing van de mesttoedieningstechniek, het maken van bepaalde keuzen bij de aanpassing van de veevoeding). Door rekening te houden met de invloed die beleidsmaatregelen hebben op het management van de veehouder is het beter mogelijk beleidsopties vooraf te toetsen op hun effecten.

## 1.2 Doel

Het doel van dit project is om na te gaan wat de effecten zijn op de ammoniakemissie als rekening wordt gehouden met de wijze waarop de veehouder zijn management aanpast bij aanscherping van MINAS-normen. Het LEI beschikt over verschillende modellen waarmee onder meer de ammoniakemissie kan worden berekend. Met de ammoniakmodule van APPROXI, het Stofstromenmodel en de Mest- en ammoniakmodellen wordt in deze studie bekeken wat de effecten van verschillen in management kunnen betekenen voor de ammoniakemissie op melkveebedrijven. Daarvoor zijn in een aantal gevallen deze modellen aangepast. Het onderzoek beperkt zich tot het management in de melkveehouderij.

## 2. Literatuurstudie en interviews

### 2.1 Inleiding

Alvorens tot aanpassingen van de modellen over te gaan, moesten we nagaan welke effecten op de ammoniakemissie verwacht kunnen worden door verschillen in bedrijfsmanagement. Daarvoor hebben we een korte literatuurstudie uitgevoerd en enkele interviews gehouden met deskundigen op het gebied van:

- ammoniakemissie van weidend vee;
- ammoniakemissie bij de mesttoediening;
- ammoniakemissie uit stal en mestopslag;
- mineralenmanagement.

### 2.2 Bedrijfsstrategie

De bedrijfsstrategie zegt iets van de wijze waarop de melkveehouder zijn doelstellingen wil bereiken. Wat zijn voor hem belangrijke onderdelen van de bedrijfsvoering, wat bepaalt in zijn visie het bedrijfsresultaat, met andere woorden: wat ziet hij als de kritische succesfactoren? Belangrijke onderdelen van zijn bedrijfsstrategie zal hij niet snel willen opgeven. Als er maatregelen worden genomen waarbij voor hem belangrijke onderdelen van de bedrijfsvoering onder druk komen, zal hij zich bedreigd voelen in zijn mogelijkheden. Oplossingen die hij daarvoor zoekt, hebben vooral tot doel zijn kritische succesfactoren zeker te stellen. Zo zijn er melkveehouders die een hoge melkproductie per koe of een hoge grasopbrengst per hectare als zeer belangrijk ervaren voor het economisch bedrijfsresultaat. Soms zelfs zoveel dat andere veehouders van mening kunnen zijn dat hun collega's voor dat doel onevenredig grote kosten over heeft. Dat zijn dan weer veehouders die alle onderdelen van de bedrijfsvoering meer als een integraal deel van het geheel beschouwen die alle voor zich geen uitzonderlijke aandacht verdienen (Van den Ham et al., 1998a; Van den Ham et al., 1998b). Door deze verschillende visies kunnen boeren tot geheel andere keuzes komen om bijvoorbeeld het mineralenoverschot of de ammoniakemissie aan te pakken. Ook uit lopend onderzoek naar verschillen in mineralenoverschot in de praktijk blijkt de totaal verschillende kijk van melkveehouders op de juiste wijze waarop het overschot moet worden verminderd (Beldman, 1996). De bedrijfsstrategie heeft daarom gevolgen voor de wijze waarop veehouders in hun bedrijfsvoering reageren op beleidsinstrumenten en daarmee op de hoogte van de te realiseren verliesnormen en/of de omvang van de ammoniakemissie.

### 2.3 Integraal kengetal

Melkveehouders nemen in het dagelijks management veel beslissingen die alle hun invloed hebben op bijvoorbeeld de ammoniakemissie. Als al die beslissingen als resultante in één getal tot uitdrukking komen, is dat getal geschikt als integraal kengetal voor (een belangrijk deel van) het management ten aanzien van de beperking van het mineralenoverschot of de ammoniakemissie. Op tactisch niveau (beslissingen binnen het jaar) zou de OEB (onbestendig eiwitbalans) een dergelijke functie kunnen vervullen. Op operationeel niveau (dagelijkse beslissingen) verdient het ureum gehalte in de melk de voorkeur. Welke producten er ook worden gevoerd, uit die producten kan de OEB van het rantsoen worden berekend. Als er een relatie kan worden gevonden tussen de OEB en de ammoniakemissie is er sprake van een bruikbare integrale parameter. In onderzoeken zijn veelal rantsoenen gebruikt met een OEB van 100 tot 1.000 (Van Vuuren, 1996; Smits et al., 1993). Bij ander onderzoek naar de uitscheiding van N is de OEB niet bepaald, maar die moet, gezien de hoeveelheid minerale N in de mest, zeer hoog zijn geweest, naar schatting ongeveer 1.650 (Valk et al., 1990).

### 2.4 Voeding in stal en weide

Er zijn verschillen gemeten in ammoniakemissie van weidend vee die, behalve van het N-niveau, afhankelijk kunnen zijn van het weer en de bodemomstandigheden (zand, klei) (Bus-sink, 1994a, 1994b, 1996). Ook de samenstelling van het rantsoen (een managementmaatregel) heeft invloed op de ammoniakemissie in stal en weide.

Bij meer maïs in het rantsoen neemt de uitscheiding van N in de urine af (Valk et al., 1990; Smits et al., 1993; Van Vuuren et al., 1996; Van der Putten, 1996). Het is vooral de OEB die bepaalt hoeveel N in de urine wordt uitgescheiden. Hoe lager de OEB, des te minder eiwit in de pens wordt afgebroken tot ammoniak. Daarom ligt het voor de hand in de OEB grootste invloed van het rantsoen op de ammoniakemissie te zoeken.

Een vermindering van de OEB (en dus een vermindering van de hoeveelheid met urine uitgescheiden N) leidt echter niet 1:1 tot een vermindering van de ammoniakemissie. Dat komt doordat minder N in het rantsoen ook leidt tot minder urine. Voor de urineproductie is naast de hoeveelheid N in het rantsoen ook de hoeveelheid K en Na van belang (Van Vuuren et al., 1996).

De concentratie van ureum in de urine is bepalend voor de ammoniakemissie (Elzing en Kroodsma, 1993). Het effect van rantsoenverandering op de ammoniakemissie is dus de resultante van vermindering van de hoeveelheid N die met de urine wordt uitgescheiden en de vermindering van de hoeveelheid geproduceerde urine. Daarnaast speelt het aantal urinelozingen per etmaal een rol (Van der Putten, 1996). Minder N in het rantsoen vermindert het aantal urinelozingen. Minder urinelozingen leidt tot minder emissiepieken. De exacte invloed van de samenstelling van het rantsoen op de urineproductie en het aantal lozingen is echter nog onzeker.

De gehanteerde relatie komt, kort gezegd, hierop neer:

*Als de hoeveelheid N die met de urine wordt uitgescheiden daalt met 50% daalt de ureumconcentratie met 20% (Van Vuuren et al., 1996). De ammoniakemissie daalt dan ook met 20% (Smits et al., 1993).*

Dat is de relatie voor de voeding in de stal. In de weide zakt de urine snel de bodem in. Daarom kiezen we bij de ammoniakemissie van weidend vee voor een daling van de ammoniakemissie met 10% in plaats van 20%. Het effect van de urineerfrequentie is hierin niet verwerkt.

Als we met bovenstaande regel rekening houden, kunnen we de ammoniakemissie als volgt OEB afhankelijk maken.

*Voeding stalperiode:*

van de met mest en urine uitgescheiden N emitteert bij:

OEB 1.650 11,5% in de vorm van ammoniak;

OEB 1.000 12,75% in de vorm van ammoniak;

OEB 750 13,25% in de vorm van ammoniak;

OEB 100 14,5% in de vorm van ammoniak.

Voor de mest die in de zomerperiode in de stal komt, moeten de emissiepercentages met ongeveer een factor 1,35 worden verhoogd vanwege de hogere temperaturen.

*Emissie van weidend vee:*

van de met mest en urine uitgescheiden N emitteert bij:

OEB 1.650 6,0% in de vorm van ammoniak;

OEB 1.000 7,0% in de vorm van ammoniak;

OEB 100 8,5% in de vorm van ammoniak.

Zouden we voor kalkrijke klei rekening houden met de grote verlaging van de ammoniakemissie die daar werd geconstateerd bij lage N niveaus dan worden de percentages:

OEB 1650 6,0%;

OEB 100 2,0%.

Voor een goed begrip: een hoger percentage bij een lagere OEB betekent niet dat de ammoniakemissie absoluut gezien toeneemt bij een daling van de OEB. Door de lagere N uitscheiding is sprake van een daling van de ammoniakemissie. Het toenemend percentage betekent alleen dat de daling van de ammoniakemissie kleiner is dan de daling van de N uitscheiding.

## **2.5 Huisvesting**

Bij het onderzoek naar de emissie uit de stal blijkt dat bij metingen niet één emissiecoëfficiënt werd gevonden, maar dat sprake is van een range (tabel 2.1). Een groot deel van de gevonden verschillen wordt verklaard uit factoren zoals de staltemperatuur, het rantsoen en het ventilatiegebied (Monteny, 1996).

Tabel 2.1 De emissiereducties van een aantal stalsystemen in procenten ten opzichte van de emissie bij een standaard roostervloer

Staltype	Emissiereductie (%)
A. Emissie van een standaardroostervloer (in % van N-excretie)	14 b)
B. Spoelen van de roosters	20 - 79
C. Gecoate roosters	13 a)
D. Hellende vloer met giergoot (niet gecoat)	35 a)
E. Spoelen van de hellende vloer	40 - 79
F. Aanzuren van mest in de kelder	35 - 40
G. Rupstal	30 - 60 c)
H. Potstal	0 - 30
I. Groen-labelstal	50

a) De literatuur (Elzing et al., 1992) vermeldt bij deze stalsystemen slechts 1 waarde; b) De Haan en Ogink, 1994: in de geraadpleegde literatuur is geen spreiding in emissie vermeld; c) Afhankelijk van de uitvoering, de hoogste reductie geldt voor een grupstal waarbij de mestgang niet is onder gekelderd en de mestopslag daarom niet in open verbinding staat met de stal.

## 2.6 Toedienen van de mest

De ammoniak die bij het toedienen van mest emitteert, is niet alleen afhankelijk van de gebruikte apparatuur maar ook van de wijze waarop die apparatuur wordt gebruikt en van de omstandigheden waaronder die apparatuur wordt ingezet. Ook de samenstelling van de mest speelt een rol. Dat laatste is afhankelijk van de voeding.

### *Samenstelling van de mest*

De voeding beïnvloedt de verhouding tussen minerale N en organische N. De mesttoediening kunnen we OEB afhankelijk maken door een relatie tussen OEB en aandeel minerale N te leggen. Op basis van onderzoek (Van Vuuren et al., 1996; Valk et al., 1990) hanteren we de volgende relatie:

- bij een rantsoen met een OEB van 1.650 is het percentage N mineraal van de mest 75;
- bij een rantsoen met een OEB van 1.000 is het percentage N mineraal van de mest 53;
- bij een rantsoen met een OEB van 100 is het percentage N mineraal van de mest 40.

### *Mesttoediening in onderzoek en praktijk*

Uit het onderzoek bij mesttoediening blijkt dat er een bandbreedte is in het effect van de emissiereductie binnen hetzelfde mesttoedieningssysteem. De bandbreedte is niet voor iedere methode hetzelfde. In het algemeen geldt: hoe groter de gemiddelde emissiereductie des te kleiner de bandbreedte (eerste kolom tabel 2.2). In de praktijk zijn de verschillen vermoedelijk nog groter dan uit onderzoek naar voren komt. De manier waarop de persoon die een machine gebruikt daarmee omgaat, zal sterk bepalend zijn voor het resultaat (Huijsmans, 1996). In een enquête onder gebruikers van mesttoedieningsapparatuur blijken grote verschillen in kwaliteit van het werk. Vooral de mate van besmeuring (overlopen van de sleuven) is een vaak gehoor-

de klacht (Boerderij, 1996; Boerderij/Veehouderij, 1996). Dat moet gevolgen hebben voor de bandbreedte van de ammoniakemissie. Ook bij metingen op de Marke onder praktijkomstandigheden kwamen grote verschillen naar voren (Boerderij/Veehouderij, 1997). Bij dat onderzoek werd een loonwerker opdracht gegeven met een zodenbemester mest toe te dienen. Hoe hij dat deed werd aan hem overgelaten. De metingen toonden een hogere ammoniakemissie dan uit het onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden (IMAG-DLO en NMI) naar voren kwam.

Tabel 2.2 De emissiereductie in procenten ten opzichte van oppervlakkig toedienen (60% emissie van de in mest aanwezige ammoniak) bij verschillende mesttoedieningstechnieken op grasland

Methode	Emissiereductie in %	
	onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden	te verwachten minimale emissiereductie onder praktijkomstandigheden
Emissie in procenten van de toegediende N <sub>min</sub> bij oppervlakkig toedienen	20 - 100	
<i>Emissiebeperkende toedieningsmethoden a)</i>		
1. Verregenen van verdunde mest 1:1	13 - 25	5
Verregenen van verdunde mest 1:3	46 - 82	25
2. Inregenen van dunne mest	25 - 75	0
3. Aangezuurde mest (aanzuren vlak voor toedienen; resultaat afh. pH)	50 - 80	35
4. Sleepslangen	25 - 58	10
5. Sleepvoeten	35 - 88	10
6. Sleufkouter	67 - 93	55
7. Zodenbemester	67 - 93	55
8. Sleepslangen in combinatie met inregenen	63 - 78	55
9. Sleepslangen met aangezuurde mest	pH > 6 43 - 51 pH < 5 ca. 90	40 50
10. Mestinjectie	90 - 100	85
11. Zodeinjectie	90 - 100	85

a) Bij 1 t/m 9 het ging om proeven op klei/veengrond met rundveemest. Bij 10 en 11 zijn geen gegevens over de omstandigheden bekend.

Bron: Haan en Ogink, 1994.

Voor de toepassing van emissiecoëfficiënten bij mesttoediening in modellen lijkt het daarom goed om de range in de emissiereductie groter te maken dan de resultaten uit het IMAG-DLO- en NMI-onderzoek. Bovenbedoelde metingen onder praktijkomstandigheden op de Marke geven aan dat de gemiddelde emissie bij de zodenbemester 20% van de hoeveelheid minerale N bedraagt in plaats van de 8 - 10% die gemiddeld uit het onderzoek van IMAG-DLO en NMI naar voren kwam. Een verdubbeling dus. Daarom hebben we de afstand van de minimale reductie tot het gemiddelde tweemaal zo groot gemaakt als die in het onderzoek van



IMAG-DLO- en NMI-. De eerste kolom in tabel 2.2 ('emissiereductie, onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden') geeft de resultaten van het onderzoek van IMAG-DLO en NMI bij de tijdens de proeven heersende omstandigheden. De tweede kolom ('te verwachten minimale emissiereductie onder praktijkomstandigheden') geeft de emissie reductie zoals we die verwachten bij een slechte zode, snel rijden, overlopen van sleuven, ongunstige weersgesteldheid, minder goed afstellen van de apparatuur enzovoort. De totale bandbreedte in de ammoniakemissie per toedieningstechniek ontstaat door beide kolommen te combineren. Voor bijvoorbeeld de zodenbemester ontstaat dan een bandbreedte in de emissiereductie van 55 tot 93%.

## 2.7 Modelaanpassingen

Omdat uit de literatuur en de interviews blijkt dat de OEB van het rantsoen een goed integraal kengetal is voor de mate waarin de veehouder voor het beperken van de N-verliezen de voeding aanpast, is voor de aanpassing van de ammoniakmodule van APPROXI gekozen voor het opnemen van de OEB als extra variabele. Dat betekent dat de ammoniakemissie bij weidend vee, bij toediening van de mest en uit de stal afhankelijk zijn gemaakt van de OEB. De resultaten van de toedieningstechniek en de wijze waarmee de melkveehouder daarmee omgaat (dus de bandbreedte van de ammoniakemissie bij toedienen van de mest) wordt gesimuleerd via de werkingscoëfficiënt van de mest.

Er is om de volgende redenen voor gekozen het Stofstromenmodel en de Mest- en ammoniakmodellen niet aan te passen:

- het Mest- en ammoniakmodel en in mindere mate het Stofstromenmodel maakt bij de berekeningen overwegend gebruik van de jaarlijkse Landbouwtelling. Daarin is weinig informatie te vinden over het management van de melkveehouder;
- gedrag is geen variabele in het Mest- en ammoniakmodel en in Stofstromen. Moet het effect van management op de ammoniakemissie op bedrijfsniveau worden meegenomen, dan moet gedrag in de modellen worden ingebouwd;
- niet alle modellen hoeven hetzelfde te kunnen, maar een model kan ingezet worden gericht op het type vraag van de opdrachtgever;
- het effect van beleid op het management en daarmee op de ammoniakemissie op regionaal niveau en nationaal niveau, kan op een globale wijze met het Mest- en ammoniakmodel worden doorgerekend. Van tevoren wordt bij een bepaalde beleidsoptie het gedrag van groepen melkveehouders ingeschat. Dat wordt vertaald in regionale emissiecoëfficiënten en toepassingspercentages van ammoniakreducerende technieken.

## 3. Cases

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geven we de resultaten van enkele cases. We geven - naast de situatie in 1995- de volgende opties (LNV 1995):

- beleidsvariant volgens de Integrale Notitie eerste fase (jaar 2000);
- beleidsvariant volgens een strenge N-verliesnorm met heffing (jaar 2005).

Door deze berekeningen met APPROXI uit te voeren, kunnen we nagaan:

- in hoeverre door het beleid in de Integrale Notitie Mest- en ammoniakbeleid, aangestuurd door verliesnormen, reeds een daling van de ammoniakemissie plaatsvindt door het type maatregelen dat boeren nemen bij de aanpassing van hun bedrijfsmanagement;
- het effect van het al of niet meenemen van de OEB in het rantsoen.

Voor de Mest- en ammoniakmodellen is een andere werkwijze gekozen. Om iets te kunnen zeggen over management en ammoniakemissie is een 'beperkte' gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Voor Stofstromen is dit achterwege gelaten omdat dit model wat betreft de berekening van de ammoniakemissie lijkt op het Mest- en ammoniakmodel. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn grotendeels vergelijkbaar zijn met die van het Mest- en ammoniakmodel.

Voor het kwantificeren van de effecten van bandbreedtes op de ammoniakemissie wordt gebruik gemaakt van twee onderzoeken. Dat betreft ten eerste het onderzoek naar de effecten van de Integrale Notitie Mest- en ammoniakbeleid (Klein, 1996). Ten behoeve daarvan zijn een achttal varianten doorgerekend waarbij voor de belangrijkste emissiebepalende factoren met bandbreedtes is gewerkt. Er werd met bandbreedtes gerekend bij het aantal dieren, voeding, huisvesting en het toedienen van mest. Daarbij wordt geen onderscheidt gemaakt naar individuele boeren maar groepen boeren (groepen is synoniem voor boeren in bepaalde Regio's). In het onderzoek 'Gevolgen Integrale Notitie Mest- en ammoniakbeleid' is niet gewerkt met een basisjaar. Er zijn voor 2 verschillende jaren (2005 en 2010) 2 basisscenario's doorgerekend, namelijk een hoog scenario en een laag scenario. In het hoog scenario zijn alle emissiebepalende factoren zo gekozen dat de emissie zo hoog mogelijk is. In het laag scenario zijn alle emissiebepalende factoren zo gekozen dat de emissie zo laag mogelijk is.

### 3.2 APPROXI

Uit de resultaten van de berekeningen met de ammoniakmodule van APPROXI blijkt dat het mineralenbeleid van de Integrale Notitie niet alleen invloed heeft op de omvang van het N

overschot, maar ook op de ammoniakemissie. Die invloed is van 1995 tot 2005 zelfs aanzienlijk.

Tabel 3.1 *Berekende ammoniakemissie en N-overschot per hectare (1995 = 100) in 1995, 2000 en 2005 bij de verliesnormen zoals die voor stikstof en fosfaat in de Integrale Notitie zijn vermeld. Voor alle drie jaren is een optie doorgerekend waarbij wel en waarbij geen rekening is gehouden met de OEB in het rantsoen*

	1995		2000		2005	
	zonder OEB	met OEB	zonder OEB	met OEB	zonder OEB	met OEB
NH <sub>3</sub> -emissie gemiddeld (relatief a)	100	96	83	78	77	72
Idem standaardafwijking (kg/ha)	36	38	22	22	21	20
N-overschot gemiddeld (relatief b)	100	100	78	78	65	65
Idem standaardafwijking (kg/ha)	120	120	65	65	59	59
OEB gemiddeld (relatief c)	100	100	85	85	80	80
OEB standaardafwijking (kg/ha)	257	257	216	216	209	209

a) 100 = 93 kg/ha/jaar; b) 100 = 362 kg/ha/jaar; c) 100 = 849.

Door de aanscherping van de verliesnormen in die periode passen boeren hun management zodanig aan dat de ammoniakemissie gemiddeld met 17% daalt. Houden we bij de berekening van de ammoniakemissie rekening met de OEB van het rantsoen, dan komt daar nog 4 à 5% bij. Dat betekent dat de vermindering van de ammoniakemissie via de voeding gemiddeld met 4 à 5% wordt onderschat. Dat lijkt niet veel, maar dat wordt veroorzaakt doordat in het beleid niet speciaal op de OEB wordt gestuurd. Als dat wel gebeurt, krijgt de boer een instrument in handen waardoor hij het idee heeft dat hij via zijn management invloed op de ammoniakemissie kan uitoefenen en dat zijn aanpak ook wordt gehonoreerd. Daardoor kan de invloed van aanpassingen van het rantsoen op de ammoniakemissie nog toenemen. Dat kunnen we illustreren aan de hand van de uitkomsten voor individuele bedrijven. Het effect van het rekening houden met de OEB van het rantsoen op de berekende ammoniakemissie kan op bedrijfsniveau variëren van 20 kg ammoniak per hectare meer tot 20 kg per hectare minder dan wanneer geen rekening wordt gehouden met de OEB. De invloed van extra stimulansen is daarin nog niet begrepen.

Met bovengenoemd model zijn alleen berekeningen uitgevoerd voor melkvee. De resultaten kunnen worden weergegeven op regionaal of nationaal niveau.

### 3.3 Mest- en ammoniakmodel

Met het Mest- en ammoniakmodel is berekend wat de verschillen zijn in de nationale omvang van de ammoniakemissie als er van wordt uitgegaan alle veehouders (zowel met melkvee als varkens en pluimvee) de ammoniakemissie zoveel als mogelijk is beperken. Dan kan ook met zo gunstig mogelijke coëfficiënten voor de ammoniakemissie worden gewerkt. Daarnaast is bekeken wat er gebeurt als binnen het kader van de huidige wetgeving boeren nauwelijks aandacht aan vermindering van de ammoniakemissie besteden zodat met zo hoog mogelijke coëfficiënten moet worden gewerkt. Voor het jaar 2000 levert dat een verschil op van 50 miljoen kilogram ammoniak voor Nederland als geheel. Dit is een zeer grote bandbreedte.

Tabel 3.2 De emissie in mln. kilogram NH<sub>3</sub> in 2000 naar diersoort en emissieplaats bij de laag variant

Diersoort	Stal	Opslag	Weide	Toedienen	Totaal
Vleesvarkens	13,0	0,2	-	3,8	17,0
Fokvarkens	5,3	0,1	-	1,3	6,7
Rundvee	20,0	0,9	7,3	11,2	39,4
Vleeskalveren	1,0	0,0	-	0,4	1,4
Vleesvee weide	2,1	0,0	2,6	0,9	5,6
Vleesvee stal	3,9	0,1	-	1,5	5,4
Leghennen	3,4	1,2	-	1,2	5,8
Slachtkuikens	1,6	0,8	-	0,3	2,7
Totaal	50,3	3,4	9,9	20,7	84,3

Bron: Klein, 1996.

Tabel 3.3 De emissie in mln. kilogram NH<sub>3</sub> in 2000 naar diersoort en emissieplaats bij de hoog variant

Diersoort	Stal	Opslag	Weide	Toedienen	Totaal
Vleesvarkens	17,0	0,2	-	11,5	28,7
Fokvarkens	6,8	0,1	-	4,9	11,8
Rundvee	23,9	1,0	8,0	29,0	61,9
Vleeskalveren	1,3	-	-	1,5	2,7
Vleesvee weide	2,4	0,0	2,8	3,0	8,2
Vleesvee stal	4,5	0,1	-	4,7	9,3
Leghennen	2,9	1,3	-	3,3	7,5
Slachtkuikens	2,2	0,8	-	1,1	4,2
Totaal	61,0	3,6	10,8	59,0	134,4

Bron: Klein, 1996.

Uit de resultaten van de tabel 3.2 en 3.3 blijkt dat het belangrijk is om bij doorrekening van diverse beleidsscenario's (MINAS-normen) rekening te houden met de manier waarop

boeren op beleidsinstrumenten reageren met veranderingen in het management.

Voor het Stofstromenmodel is het aan te bevelen om op langere termijn de OEB in het voer op consistente wijze mee te nemen. Daarmee kan de relatie met de ammoniakemissie in de berekening van de ammoniakemissie worden meegenomen.

## 4. Conclusies

### *Hoofdconclusies*

1. Uit de literatuurstudie en de interviews blijkt dat er vooral bij de voeding en bij de mesttoediening aangrijpingspunten zijn om de ammoniakemissie te verminderen. Beleidsmaatregelen die hierop inspelen, kunnen een grote invloed hebben.
2. Een lager N-overschot door het MINAS-beleid heeft een lagere ammoniakemissie tot gevolg. Dat leidt er toe dat de verschillen tussen bedrijven kleiner worden. Verlaging van de ammoniakemissie lift dus mee met beleid dat inzet op een lager N-overschot.
3. Door maatregelen die het N-overschot verlagen, daalt ook de OEB van het rantsoen, maar niet voor ieder bedrijf in dezelfde mate. Dat komt omdat boeren niet dezelfde maatregelen nemen om het N-overschot te verlagen.
4. Doordat niet iedere boer dezelfde maatregelen neemt, is de vermindering van de ammoniakemissie niet gelijk, zowel qua hoeveelheid als qua bron.
5. Voor 2000 werd nationaal een bandbreedte berekend van 84 tot 134 miljoen kilogram ammoniak per jaar voor de gehele veehouderij als bij gelijke maatregelen rekening wordt gehouden met de variatie in management.
6. Modelleren van de OEB is een zinvolle toevoeging aan Approxi en de Mest- en ammoniak Modellen.

### *Deelconclusies*

1. Voeding is een belangrijk onderdeel van de bedrijfsvoering dat veel aspecten kent (hoeveelheid en soort voer, N-bemestingsniveau, verdeling van N over de grassneden, melkproductie per koe). De OEB en het ureumgehalte in melk geven een beeld van de voeding op het bedrijf en zijn dus bruikbaar als integraal kengetal. De OEB is vooral bruikbaar op tactisch niveau (beslissingen binnen het jaar), het ureumgehalte in melk op operationeel niveau (dagelijkse beslissingen).
2. Er is nog weinig kennis over de invloed van het aantal urinelozingen en de K en Na huishouding op de ammoniakemissie.
3. Bij beweiding spelen naast managementeffecten de weers- en bodemomstandigheden een belangrijke rol bij de ammoniakemissie. Qua management spelen vooral beweidingduur, N- niveau en bijvoeding een rol.
4. De ammoniakemissie bij mesttoediening vertoont in de praktijk bij hetzelfde systeem een grotere bandbreedte dan uit onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden blijkt.
5. Van managementeffecten op de ammoniakemissie bij de huisvesting is kwantitatief nog weinig bekend. Verondersteld wordt dat de spoelfrequentie, de netheid van werken en de intensiteit van ventileren van invloed kunnen zijn.

## 5. Aanbevelingen

1. Houd bij modelberekeningen voor de emissie van ammoniak rekening met wijzigingen in het management als gevolg van bijvoorbeeld aanscherping van de MINAS-normen.
2. Neem de OEB van diverse voedermiddelen op in de gegevensbank van het LEI. De OEB van het rantsoen kan dan uit de totaal beschikbare gegevens worden afgeleid. Dan kan bij beleidsscenario's nog beter worden ingespeeld op managementeffecten bij de voeding.
3. Om meer inzicht te krijgen in het operationele niveau waarop de voeding plaatsvindt, zou het opnemen van het ureumgehalte in de melk en een halfjaarlijkse boekhouding (ook in de nieuwe versie van het Informatienet) aanbeveling verdienen. De zomer- en winterperiode zijn dan beter van elkaar te scheiden en de OEB van het winter- en zomer-rantsoen zijn dan onafhankelijk van elkaar te berekenen.
4. Als op bedrijven de OEB van het gevoerde rantsoen daadwerkelijk bekend is, verdient het aanbeveling dat in de gegevensbank van het LEI op te nemen.
5. Voor het Stofstromenmodel is het aan te bevelen om op langere termijn de OEB in het voer op consistente wijze mee te nemen. Daarmee kan de relatie met de ammoniakemissie in de berekeningen worden meegenomen.
6. Ga na welke invloed directe sturing op ammoniakemissie (bijvoorbeeld via de OEB) heeft op de ammoniakemissie en het N-overschot.
7. Ga na welke invloed optreedt op de ammoniakemissie en het N-overschot als rekening wordt gehouden met de K- en Na-huishouding op de urineproductie, het aantal urinelozingen en de bodemomstandigheden. Er ontstaat dan inzicht in het nut om naar die omstandigheden verder technisch onderzoek te doen.
8. Bepaal de effecten van management op de ammoniakemissie op bedrijfsniveau ook voor de varkens- en pluimveehouderij.





# Literatuur

Beldman, A.C.G., *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Boerderij, 'Zodenbemesters superieur op zand. Gebruikers vinden voor veen en klei sleufkouter en sleepvoet beter'. In: *Boerderij* 81 (1996) 28, 9 april, pp. 30 - 31.

Boerderij/Veehouderij, 'Zelfde bemester, verschillende resultaten. Besmeuring van gras blijkt bij het ene merk veel groter dan bij het andere'; In: *Boerderij/Veehouderij* 81 (1996) 8 pp. 4VE - 9VE.

Boerderij/Veehouderij, 'Zodenbemester valt door de mand. Ammoniakuitstoot op proefboerderij hoger dan voorzien'. In: *Boerderij/Veehouderij* 82 (1997) 5, p. 12VE - 13VE.

Bussink, D.W., *Ammoniakemissie bij beweiding*. Overzicht van Nederlands onderzoek naar NH<sub>3</sub>-emissie uit urine en faeces op beweid grasland, Meststoffen 1994, 35 - 39, NMI, Wageningen, 1994a.

Bussink, D.W., 'Relationships between ammonia volatilization and nitrogen fertilizer application rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards'. In: *Fertilizer Research* (1994) 38. Kluwer academic Publishers, pp. 111-121, 1994b.

Bussink, D.W., *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Elzing, A. et al., *Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal; de invloed van vloervarianten*. Rapport 92-10, IMAG-DLO, Wageningen, 1992.

Elzing, A. en W. Kroodsmā, *Relatie tussen ammoniakemissie en stikstofconcentratie in urine van melkvee*. Rapport 93 - 3, IMAG-DLO, Wageningen, 1993.

Haan, M.H.A. de en N.W.M. Ogink, *Naar veehouderij en milieu in balans; 10 jaar FOMA onderzoek, Deelrapport Rundveehouderij*. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, 1994.

Ham, A. van den, et al., *Landbouwbedrijven met natuur: hoe zien die er uit?* Publicatie 3.167, LEI-DLO, Den Haag, 1998a.

Ham, A. van den, T. de Haan en H. Prins, *Melkveehouderij tussen te nat en te droog*. Publicatie 3.169, LEI-DLO, Den Haag, 1998b.

Huijsmans, J.F.M., *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Klein, M.H.J., *De effecten van de Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid op de ammoniakproblematiek in relatie tot natuur en bos in de ecologische hoofdstructuur*. IKC-Natuurbeheer, Wageningen, 1996.

LNV, *Integrale Notitie mest -en ammoniakbeleid*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1995 - 1996, 24 445, nr. 1. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage, 1995.

Monteny, G.J., *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Putten, A.H.J. van der, *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Smits, M.C.J. et al., *Perspectief van beperking van de ammoniakemissie uit melkveestallen door aanpassing van het rantsoen*. Rapport 93 - 31, IMAG-DLO, Wageningen, 1993.

Valk, H., H.W. Klein Poelhuis en H.J. Wentink, *Snijmaïs of krachtvoer bijvoeding naast gras in het rantsoen voor hoogproductief melkvee*. IVVO rapport nr. 213, IVVO, Lelystad. 1990.

Vuuren, A.M. van, *Persoonlijke mededelingen*. 1996.

Vuuren, A.M. van et al., *Effect van OEB en NaCl gehalte in het rantsoen op de uitscheiding van water, stikstof, natrium, kalium, chloor en stikstofcomponenten in urine van melkkoeien*. Rapport ID-DLO, nr. 96.008, 1996.

## Bijlage 1      Lijst van referenten

Ing. A.C.G. Beldman, Landbouw-Economisch Instituut (LEI).

Dr. Ir. D.W. Bussink, Nutrient management Institute (NMI).

Ir. J.F.M. Huijsmans, DLO-Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG-DLO).

Ir. G.J. Monteny, DLO-Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG-DLO).

Ir. A.H.J. van der Putten v/h DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO).

Drs. A.M. van Vuuren, DLO-Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-DLO).