



# **Ammoniak in de melkveehouderij**

## *Haalbaarheid van doelen*

**C.W. Rougoor**  
**F.C. van der Schans**

Centrum voor Landbouw en Milieu  
Utrecht, april 2001  
CLM 497-2001

Dit rapport maakt een schatting van de maximaal mogelijk ammoniakreductie door de melkveehouderij. Met de huidige productieomvang en de stand der techniek lijkt de Europese ammoniakdoelstelling haalbaar. Dit geldt echter niet voor de Nederlandse doelstelling: de milieugebruiksruimte van NMP3 is slechts voldoende voor bijvoorbeeld alleen de melkveehouderij, die dan de meest strenge maatregelen moet nemen. Diverse maatregelen zijn mogelijk om de ammoniakemissie te verminderen: verdere aanscherping van de Minasnormen, aanvullende emissiebeperkende maatregelen, inkrimping van de veestapel en verplaatsing van veehouderijbedrijven uit gevoelige naar minder gevoelige gebieden. De discussie omtrent de toekomst van de Nederlandse veehouderij zal moeten worden gebaseerd op een integrale afweging van meerdere duurzaamheids-criteria voor alle sectoren. Naast ammoniak en diergezondheid moeten ook aspecten als dierwelzijn, landschap, natuur en energieverbruik worden meegenomen in deze integrale afweging.

melkveehouderij / ammoniak / NMP3

ISBN: 90-5634-139-1

# Dankwoord

---

Het rapport dat voor u ligt is het resultaat van een studie die is gefinancierd door het Innovatiefonds van het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM). In deze studie gaan we in op de plannen voor het ammoniakbeleid en de haalbaarheid van deze plannen voor met name de melkveehouderij.

Tijdens de uitvoering van de studie hebben allerlei mensen met ons meegedacht. We willen Pieter de Visser bedanken voor zijn zinvolle bijdrage aan onze discussies. Jan Corporaal (Praktijkonderzoek Veehouderij) willen we bedanken voor zijn bijdrage aan de discussie rond ammoniakemissie uit voeropslag. Hiernaast hebben enkele CLM-ers kritisch meegedacht, te weten Wouter van der Weijden en Frans Padt. Dank daarvoor!

Het CLM is verantwoordelijk voor de inhoud van het rapport. We hopen met dit rapport een zinvolle bijdrage te leveren aan de discussie rond de ammoniakwetgeving.

Utrecht, april 2001

Carin Rougoor  
Frits van der Schans



# Inhoud

---

<b>Dankwoord</b>	
<b>Inhoud</b>	
<b>Samenvatting</b>	
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2 Achtergrondinformatie ammoniakbeleid</b>	<b>3</b>
<b>3 Uitgangspunten en aannames voor de berekeningen</b>	<b>5</b>
3.1 Emissie uit voeropslag	6
3.2 Emissie bij mest aanwenden	6
3.3 Emissie bij beweiden en opstallen	7
3.4 Spanning tussen beter dierwelzijn en lagere ammoniakemissie	8
<b>4 Berekeningen</b>	<b>9</b>
4.1 Berekeningen op bedrijfsniveau	9
4.2 Berekeningen op landelijk niveau	13
4.3 Gevoeligheidsanalyse / betrouwbaarheid	14
4.3.1 Ammoniakemissie bij voerconservering	14
4.3.2 Ammoniakemissie bij beweiden en opstallen	15
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>17</b>
<b>Bronnen</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 1 Cijfers over landelijke ammoniakemissie</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage 2 Aannames Bioveem</b>	<b>25</b>
<b>Bijlage 3 Het ammoniakgat</b>	<b>27</b>



# Samenvatting

---

In NMP 3 (1998) staat als doel aangegeven dat in 2010 de ammoniakemissie van de Nederlandse landbouw met 80% moet zijn afgenomen ten opzichte van de situatie in 1980. Dit houdt in dat de emissie uit de landbouw beperkt moet zijn tot 45 kton op jaarbasis. In 1999 bedroeg de emissie uit de landbouw nog 164 kton.

Dit rapport is een verkennende studie naar de (on)mogelijkheden van ammoniakemissiebeperkende maatregelen binnen de Nederlandse melkveehouderij en de haalbaarheid van de plannen voor het toekomstig ammoniakbeleid.

## **Kennishiaten**

In het rapport bespreken we de berekeningen van de ammoniakemissie per 10.000 kg melk op basis van metingen en schattingen van de ammoniakemissie op De Marke. Er zijn nog veel kennishiaten over het exacte niveau van de stikstofemissie in de gehele mineralenkringloop op het melkveehouderijbedrijf. Zo blijken er geen betrouwbare gegevens te zijn over de emissie uit voeropslag. Ook over de emissie bij mest aanwenden bestaat de nodige onzekerheid, net als over de emissie uit de vegetatie in de weken na bemesting. Hier is nader onderzoek voor nodig. Deze kennishiaten geven tegelijkertijd de beperkingen van onze berekeningen aan: het is een best mogelijke schatting op basis van de beschikbare cijfers.

## **Ammoniakemissie melkveebedrijf**

De ammoniakemissie op De Marke bedroeg in de periode 1994 tot en met 1996 naar schatting 40 kg ammoniak-N per 10.000 kg melk. Onze berekeningen laten zien dat op een gangbaar melkveebedrijf in 2000 dit ongeveer dubbel zoveel is: 82 kg N.

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van beperking van de ammoniakemissie door de melkveehouderij in de komende jaren, hebben we 11 alternatieven doorgerekend.

Als in 2003 een bedrijf aan de voor dat jaar geldende Minas-verliesnorm voldoet, houdt dit in dat de emissie met 17 kg teruggebracht is ten opzicht van nu: 65 kg N per 10.000 kg melk. Als alle koeien op stal blijven, wordt dit effect echter weer bijna geheel teniet gedaan: de totale ammoniakemissie is dan 79 kg N/10.000 kg melk.

Door invoering van emissiearme stallen kan de ammoniakemissie 9 kg per 10.000 kg melk extra worden teruggebracht. Hiernaast kan er 11 kg N winst worden geboekt door mest 'echt' emissiearm aan te wenden. Dit houdt in dat de boer zich aan de regels houdt ten aanzien van emissiearme aanwending en dat op bouwland mest direct wordt ondergewerkt, in plaats van binnen 4 uur, zoals nu wettelijk nog is toegestaan.

Biologische bedrijven blijken op dit moment een ammoniakemissie te realiseren die volgens onze schatting 19 kg N per 10.000 kg melk lager is dan gangbare bedrijven.

Op basis van de verschillende varianten hebben we een 'maximale variant' gedefinieerd. In deze variant gaan we er vanuit dat de kunstmestgift beperkt is tot 80 kg N per 10.000 kg melk, de N-benutting uit voer door de veestapel relatief hoog is (24%), het bedrijf een emissiearme stal heeft, de mest 'echt' emissiearm wordt aangewend en de emissie bij weiden en uit voeropslag iets lager is dan we bij de andere varianten hebben aangenomen. Deze laatste 2 aanpassingen hebben we gedaan omdat nog veel onduidelijk is over de ammoniakemissie in deze situaties. De ammoniakemissie schatten we in dit geval op 36 kg N per 10.000 kg melk. Dit is iets scherper dan De Marke en kan dus gezien worden als een topprestatie.

## Landelijke ammoniakemissie

De getallen uit de vorige paragraaf hebben we gebruikt om de landelijke ammoniakemissie uit de melkveehouderij te berekenen. In het ideale geval dat alle bedrijven in Nederland presteren volgens de maximale variant, is de ammoniakemissie door de melkveehouderij beperkt tot 48 kton. Vandaag is de melkveehouderij verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de landelijke ammoniakemissie. Deze twee feiten laten zien dat de doelstelling van NMP 3 zelfs met een maximale krachtinspanning van de melkveehouderij en van alle andere veehouderijsectoren op korte termijn niet haalbaar is.

## Conclusies en aanbevelingen

Onderstaand geven we de belangrijkste conclusies en aanbevelingen (*cursief*) weer:

- In het Nationaal Milieubeleidsplan 3 (NMP3, 1998) is voor geheel Nederland een ammoniakemissiedoelstelling van 54 kton NH<sub>3</sub> in 2010 weergegeven. Deze doelstelling is niet realiseerbaar met de huidige productieomvang en de stand der techniek. In Göteborg is door de raad van ministers een ammoniakemissiedoelstelling van 128 kton voor Nederland in 2010 afgesproken. Deze EU-doelstelling is wel haalbaar maar zal aanzienlijke inspanningen in alle veehouderijsectoren vergen.
- Indien wordt vastgehouden aan een ammoniakemissiereductie van circa 80%, is een discussie over de maximale bijdrage van de verschillende sectoren aan de landelijke emissie onvermijdelijk. Hierbij speelt niet alleen de emissie per dier maar ook het aantal dieren per sector een rol. *Binnen enkele jaren dient een maatschappelijke discussie plaats te vinden over de toegestane bijdrage van sectoren aan de ammoniakemissie.*
- Deze studie wijst uit dat een emissie vanuit de melkveehouderij van 50 kton technisch haalbaar is. Hiermee zou de melkveehouderij een evenredige bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van de EU-doelstelling voor ammoniak. De sociaal-economische consequenties van de doorgerekende maatregelen en systemen zijn niet in kaart gebracht. *We bevelen aan om de sociaal-economische consequenties van de doorgerekende maatregelen en systemen in beeld te brengen.*
- Alleen al een melkveehouderij met de meest strenge maatregelen voor de reductie van de ammoniakemissie heeft de volledige milieugebruiksruimte van 54 kton NH<sub>3</sub> in 2010 nodig. Zodoende zou het niet mogelijk zijn om meer dan circa 1,5 miljoen melkkoeien met bijbehorend jongvee te houden. Vanuit de landbouw is deze veestapel dan de enige 'emitterende bron' op een totaal landbouwareaal van circa 2 miljoen ha. Dit is extensieve landbouw (0,75 melkkoe met jongvee per ha), waarvan zeer strenge ammoniakreductie maatregelen worden geëist. Het ecologisch noodzakelijk geachte emissieplafond heeft zo aanzienlijke economische en maatschappelijke consequenties. Deze zeer ingrijpende consequenties stellen extra eisen aan de onderbouwing van de ecologische doelstelling van het ammoniakbeleid. Daarnaast dient het inzicht in de economische en maatschappelijke consequenties van de ammoniakdoelstelling te worden verruimd. *Verdere onderbouwing van de ecologische doelstelling van het ammoniakbeleid verdient aanbeveling. Tevens is het gewenst om beter inzicht te verkrijgen in de economische en maatschappelijke consequenties van deze doelstelling.*
- De ammoniakemissie per kg melk vanuit een gemiddeld biologisch melkveebedrijf is momenteel aanmerkelijk geringer dan van een gangbaar melkveebedrijf. Op gangbare bedrijven zal onder invloed van Minas de emissie sterk afnemen en tot onder het niveau van de huidige biologische melkveehouderij kunnen dalen. Vermindering van de ammoniakemissie op biologische bedrijven is gewenst, en zelfs noodzakelijk als zij binnen de landelijke doelstellingen willen blijven. *Ook de biologische melkveehouderij dient maatregelen te nemen om de ammoniakemissie te verminderen.*



- Uitgaande van een ammoniakemissieplafond voor de melkveehouderij is het aantrekkelijk om de koeien te weiden. De voor de melkveehouderij beschikbare milieugebruiksruimte kan zodoende maximaal worden benut. Hierdoor kan een zo groot mogelijk deel van het Nederlandse melkquotum worden volgemolken hetgeen van groot belang is van de Nederlandse zuivelindustrie. Een gunstig neveneffect van koeien in de wei is het positieve imago. *We bevelen de zuivelindustrie aan om beweiding bijvoorbeeld middels financiële prikkels te stimuleren.*
- Er is onvoldoende kennis over de ammoniakemissie uit opgeslagen ruwvoer. Schattingen geven aan dat circa 5 tot 10% van de stikstof in kuilvoer in de vorm van ammoniak kan vervluchtigen. Het is niet uitgesloten dat deze ammoniakemissie voor een deel de verklaring van het ammoniakgat vormt. *We bevelen onderzoek aan naar de ammoniakemissie uit ruwvoeropslag; gras- en maïssilage.*
- Een integrale aanpak om de ammoniakemissie te verminderen is mogelijk middels een systeembenadering zoals Minas. De effectiviteit van Minas is hoger indien alle stikstofstromen worden meegenomen. De belangrijkste stikstofstromen die nog niet worden meegenomen zijn mineralisatie, depositie en klaverbinding. *We bevelen aan om het (voor de boer benutbare deel van) de stikstofaanvoer door mineralisatie, depositie en klaverbinding op te nemen in Minas.*
- De overheid zal de komende jaren het ammoniakbeleid moeten aanscherpen. Diverse maatregelen zijn mogelijk om de (negatieve effecten van) ammoniakemissie te verminderen:
  - Verscherping van de systeemaanpak middels Minas;
  - Aanvullende emissiereducerende maatregelen;
  - Inkrimping van de veestapel;
  - Verplaatsing van veehouderij (en daarmee van de ammoniakemissie) naar minder gevoelige gebieden.

De agrarische sector kan zelf het best de afweging maken welke maatregelen moeten worden genomen voor een kosteneffectieve invulling van de overheidsdoelstellingen. We bevelen de overheid aan om, binnen gegeven plafonds, ruimte te geven aan de agrarische sector om de meest gewenste maatregelen te nemen. De agrarische sector bevelen we aan om zelf een keuze uit bovenstaande maatregelen te maken.

- De resultaten van de huidige studie laten zien dat een krimp van de veestapel onontkoombaar lijkt. De omvang van de verschillende veehouderijsectoren is echter niet alleen afhankelijk van de ammoniakdoelstelling. De huidige mond- en klauwzeer crisis leidt tot discussie over de toekomst van de Nederlandse veehouderij, waarbij de aandacht specifiek uitgaat naar risico's van diertransporten voor verspreiding van ziekten. We bevelen aan de discussie omtrent de toekomst van de Nederlandse veehouderij te baseren op een integrale afweging van meerdere duurzaamheidscriteria voor alle veehouderijsectoren. Naast ammoniak en diergezondheid moeten ook aspecten als dierwelzijn, landschap, natuur en energieverbruik worden meegenomen in zo'n integrale afweging.



# 1 Inleiding

---

Het toekomstig ammoniakbeleid is een belangrijk aandachtspunt van de politiek. Dit rapport is een verkennende studie naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van ammoniakemissiebeperkende maatregelen. In de verschillende Nationaal Milieubeleidsplannen die sinds 1989 verschenen zijn, geeft het Ministerie van VROM aan dat een sterke reductie van de ammoniakemissie door de landbouw noodzakelijk is.

Op dit moment staan de volgende vragen hoog op de politieke agenda:

- Welke doelstelling willen we in Nederland op korte termijn realiseren?
- Hoe kunnen we deze doelstelling realiseren?

De beleidsplannen zullen in de zomer van 2001 worden besproken in de Tweede Kamer.

Doel van onze studie is inzicht geven in de haalbaarheid van een sterke emissiereductie binnen de melkveehouderij. De melkveehouderij is verantwoordelijk voor circa 50% van de landelijke ammoniakemissie. In eerste instantie richten we ons in dit rapport op de melkveehouderij. Vervolgens betrekken we er ook de andere veehouderijsectoren bij en de ammoniakemissie die afkomstig is van buiten de landbouw.

Achtereenvolgens geven we in dit rapport een antwoord op de volgende vragen:

1. Wat zijn de huidige plannen en ideeën voor het ammoniakbeleid?
2. Zijn deze plannen realistisch als we kijken naar de mogelijkheden die de melkveehouderij de komende 10 jaar heeft om de ammoniakemissie te beperken?
3. Zijn er belangrijke lacunes in kennis om deze vraag te kunnen beantwoorden?
4. Welke conclusies kunnen we hieruit trekken en wat kunnen we aanbevelen?

Bij vraag 1 beperken we ons tot de doelen op landelijk niveau (het emissieplafond). Regionale differentiatie en zonering rond verzuringgevoelige gebieden laten we buiten beschouwing, vanwege de beperkte omvang van dit project. Vraag 2 beantwoorden we aan de hand van enkele berekeningen van de ammoniakemissie op melkveebedrijven in verschillende situaties. Hierbij moeten we aannames doen over sommige emissieniveaus, omdat deze nooit in praktijk gemeten zijn. Door deze emissieniveaus te variëren, komen we te weten of het voor het eindresultaat belangrijk is om hierover meer kennis te hebben. Zo beantwoorden we vraag 3.

Tijdens de afronding van dit onderzoek brak in Nederland mond- en klauwzeer uit. In de hoofdtekst van het rapport gaan we hier niet verder op in. Wel houden we in de aanbevelingen rekening met de mond- en klauwzeeruitbraken, omdat de huidige crisis naar verwachting gevolgen zal hebben voor de toekomstige omvang en structuur van de Nederlandse veehouderij.



## 2 Achtergrondinformatie ammoniakbeleid

In het Nationaal Milieubeleidsplan 2 uit 1993 geeft het Ministerie van VROM aan zich met de uitwerking van het thema verzuring te richten op het veiligstellen van de bossen en natuurgebieden. Tabel 1 laat de taakstelling ten aanzien van ammoniakemissie uit het Nationaal Milieubeleidsplan 2 uit 1993 zien.

Tabel 1. Taakstelling ammoniakemissie (in kton) uit NMP 2

	2000	2010
Landbouw	70	45
Industrie	3	1
Huishoudens	9	8
TOTAAL	82	54

In NMP3 (uit 1998) wordt aangegeven dat deze emissiedoelstellingen gehandhaafd blijven: in 2010 moet de ammoniakemissie van de Nederlandse landbouw met 80% zijn afgenomen ten opzichte van de situatie in 1980. Volgens de Milieubalans 2000 bedroeg de ammoniakemissie uit de landbouw in 1980 circa 216 kton (zie bijlage 1), waarvan naar schatting 50% afkomstig is van de rundveehouderij. In 1999 was dit gedaald tot 164 kton: een reductie van 24%. Ten opzichte van de huidige situatie is nog een reductie noodzakelijk van 164 naar 45 kton; een vermindering van 73%.

Technische mogelijkheden om de ammoniakemissies in 2010 voldoende te reduceren zijn echter nog niet beschikbaar, zo wordt aangegeven. Nederland zal deze doelstelling weliswaar als uitgangspunt voor het nationaal beleid hanteren, maar wat betreft internationaal afdwingbare verplichtingen voor emissiereductie slechts instemmen met emissieplafonds voor 2010 die bij de thans bestaande inzichten in de bestrijdingsmogelijkheden realistisch zijn.

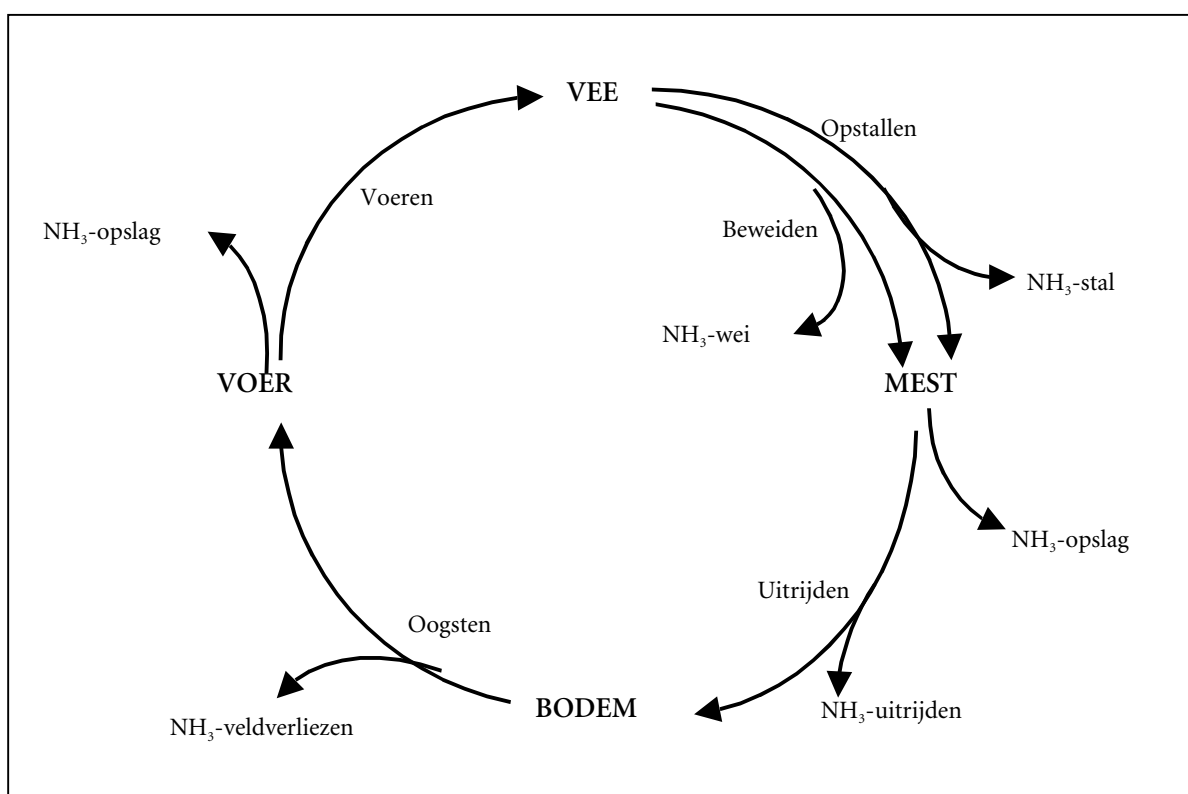
Nederland heeft in Europees verband (UN/ECE Gothenburg-protocol) een resultaatverplichting afgesproken om de ammoniakemissie in Nederland in 2010 te verlagen tot ten hoogste 128 kiloton per jaar. In de EU Milieuraad is een "Gemeenschappelijk Standpunt" bereikt over de concept-EU/NEC-richtlijn, waarin Nederland zich eveneens op 128 kiloton voor ammoniak vastlegt. Het plafond ligt hoger dan het doel uit het NMP3 dat in de intentieverklaring als inspanningsverplichting wordt beschouwd. Uitgaande van het plafond van 128 kiloton (waarover begin 2001 in EU-kader definitief zal worden besloten) en de uitkomst van de evaluatie van de verzuringsdoelstellingen zal de nationale doelstelling voor ammoniak worden vastgesteld. Deze doelstelling zal tezamen met een landbouwtaakstelling in het NMP4 worden opgenomen.

Naast dit landelijk maximum praat 'de politiek' vanuit ammoniakkoogpunt ook over zonerings; mag binnen een straal van 250 tot 500 meter rondom een natuurgebied wel veehouderij zijn? Vanwege de beperkte omvang van het project beperken we ons in deze studie alleen tot de discussie over het landelijk ammoniakemissieplafond.



### 3 Uitgangspunten en aannames voor de berekeningen

Om te kunnen berekenen wat op een gemiddeld Nederlands melkveebedrijf de ammoniakemissie is, hebben we veel aannames moeten doen. We zijn uitgegaan van de stikstofkringloop zoals deze in figuur 1 staat weergegeven.



Figuur 1. Stikstofkringloop op het melkveebedrijf, met daarin aangegeven de plaatsen waar ammoniak vrijkomt

In dit hoofdstuk bespreken we kort enkele belangrijke aannames en uitgangspunten die betrekking hebben op de ammoniakemissie, te weten:

- Ammoniakemissie uit voeropslag
- Ammoniakemissie bij mest aanwenden en daarna
- Ammoniakemissie bij beweiden in vergelijking met ammoniakemissie bij opstallen
- De spanning die ontstaat door de extra eisen t.a.v. dierwelzijn en de eisen t.a.v. ammoniak

Dit werken we hieronder puntsgewijs verder uit.

### 3.1 Emissie uit voeropslag

Over de ammoniakemissie uit ruwvoeropslag en bij stofwisseling van dier en gewas is nog weinig bekend, omdat onderzoek hiernaar ontbreekt.

Bij de conservering van voer wordt een deel van het ruweiwit omgezet in ammoniak. In een basisch milieu in de kuil zal er relatief veel ammoniak vervluchtigen. In een goed geconserveerde, zure kuil (die bovendien een lage  $\text{NH}_3$ -fractie heeft) zal de ammoniak bijna niet vervluchtigen, maar in de vorm van  $\text{NH}_4\text{OH}$  in oplossing blijven. In een bedorven kuil zal de ammoniak gemakkelijk ontsnappen. De kuil is echter luchtdicht afgedekt met plastic. Onduidelijk is of dit ook volledig 'ammoniakdicht' is, maar naar verwachting zal er tijdens de bewaring weinig ammoniak ontsnappen. In natte kuilen met veel perssap kan er ammoniak met het perssap uit de kuil lopen. In Nederland vormen kuilen waaruit perssap loopt echter een uitzondering. Wel kan bij het openen en vervoederen van de kuil ammoniak ontsnappen (Corporaal pers. med., Praktijkonderzoek Veehouderij, 2001).

Middelkoop (1999) noemt getallen voor 1983 tot 1986 (17 kg N per ha) die gebaseerd zijn op de gemiddelde verliezen in droge stof en VEM bij conservering en bewaring van ruwvoer, waarbij er vanuit gegaan wordt dat alle stikstof in dergelijke verliezen als ammoniak verloren gaat. Dit is gebaseerd op cijfers uit het Handboek voor de Rundveehouderij 1988. In onze berekeningen gaan we uit van een emissie tijdens conservering van 10%. Biewinga (1999) noemt een percentage van 7 tot 12%. Navraag leert dat de ammoniakemissie bij voerconservering nooit gemeten is. Wel wordt bij praktijkmonsters de  $\text{NH}_3$ -fractie gebruikt als beoordeling voor de conservering. Hierbij worden de volgende normen gehanteerd (Handboek Melkveehouderij 1997):

Zeer goed:	lager dan 5
Goed:	5 tot en met 8
Matig:	9 tot en met 15
Zeer matig:	16 tot en met 20
Slecht:	hoger dan 20

Uit cijfers van het BLGG blijkt dat de gemiddelde  $\text{NH}_3$ -fractie van graskuilen tussen 1995 en 2000 (voorjaars-, zomer- en najaarskuilen) 9,3% bedroeg.

### 3.2 Emissie bij mest aanwenden

In de Milieubalans 1998 wordt geconstateerd dat de cijfers over ammoniakemissie op landelijke schaal niet consistent zijn. De emissies die op directe wijze worden berekend uit gegevens over de landbouwkundige bronnen en die op indirecte wijze worden berekend uit de ammoniakconcentraties in de lucht wijken onderling sterk af. Om te bepalen waar dit (gedeeltelijk) door wordt veroorzaakt hebben Steenvoorden e.a. (1999) de nieuwste inzichten over ammoniakvervluchtiging uit landbouwbronnen geïnventariseerd. De ammoniakemissie bij mest aanwenden vormt hier een belangrijk onderdeel van. De emissie bij mest aanwending splitsen we hierbij in 2 onderdelen: de directe emissie bij mest aanwending en de emissie op langere termijn uit het gewas. Over beide emissies bestaan onzekerheden die we hieronder bespreken.

#### Emissie bij mest aanwenden

Steenvoorden e.a. (1999) vergelijken de gemeten ammoniakemissie bij verschillende methoden van emissiearme aanwending met een berekende ammoniakemissie. De berekende emissies blijken sterk af te wijken van de gemeten emissies en de gemeten emissies blijken aanzienlijke variatie te vertonen, afhankelijk van de gebruikte techniek. De emissie blijkt in hoge mate afhankelijk van een groot aantal factoren, waaronder de weers- en bodemomstandigheden. Door het uitrijverbod in de winter is de



laatste jaren een verschuiving opgetreden van het moment van aanwenden. Dit vindt nu bij hogere temperaturen plaats. Bij hogere temperaturen is de emissie hoger. De verwachting van Steenvoorden e.a. (1999) is dan ook dat berekende emissiereducties als geheel niet bereikt worden.

In onze berekeningen gaan we uit van een vervluchtigingspercentage van 10% bij emissiearme aanwending. Dit komt redelijk overeen met de gemeten vervluchtiging bij zodebemesting. De variatie is echter groot: 1,5 tot 25,1%. Mestinjectie geeft een lagere emissie: de gemeten vervluchtiging is 0 tot 3,0 % op grasland en 0 tot 39,9 % op bouwland. In deze studie gaan we er vanuit dat het mogelijk moet zijn de vervluchtiging terug te brengen tot 5 % als netjes en goed emissiearm mest wordt aangewend.

### **Emissie uit de vegetatie**

Vegetaties kunnen zowel ammoniak uit de atmosfeer opnemen (depositie) als aan de atmosfeer afstaan (emissie). De richting van de uitwisseling is afhankelijk van de concentratie in de waterfase en die in de gasfase. Een literatuuroverzicht van ammoniakemissies uit gewassen laat grote variaties zien, variërend van netto opname tot geschatte jaaremmissies van 15,5 kg per ha (tarwe), 0 tot 17,8 kg per ha (zomergerst), 45 tot 81 kg per ha (maïs) (Holtan-Hartwig & Bockman, 1994). Zij suggereren een netto emissie bij akkerbouwgewassen van ongeveer 1,5 tot 6 kg NH<sub>3</sub>-N per ha per jaar. Volgens Steenvoorden e.a. (1999) is het aannemelijk dat emissies in Nederland hoger liggen dan dit jaartotaal, omdat in Nederland de bemestingsniveaus hoog zijn en stikstof in dierlijke mest in ammoniumvorm aanwezig is.

Naast emissie uit staande gewassen emitteert ammoniak ook uit afstervende gewasdelen.

Plantaz (1998) vond bij metingen op een melkveebedrijf op veengrond een regulier patroon van emissies overdag en depositie 's nachts. Hij concludeert in zijn proefschrift dat het gewas hierbij een belangrijke rol speelt, waarbij de hoge stikstofgehalten in het gras en de geopende huidmondjes overdag tot ammoniakemissie leiden. Hij vond in Zegveld een jaarlijkse netto ammoniakemissie van (deels beweiden en met dierlijke mest bemest) grasland van 3,7 kg NH<sub>3</sub>-N per ha per jaar, met emissies in de zomerperiode en een kleine depositie in de winterperiode.

Vanwege de onduidelijkheden over de mate van emissie uit het gewas hebben we deze mogelijke emissiebron niet meegenomen in onze berekeningen.

## **3.3 Emissie bij beweiden en opstallen**

Op dit moment heerst bij verschillende partijen de opvatting dat opstallen vanuit milieuoogpunt aantrekkelijker is dan beweiden. Opstallen verbetert bijvoorbeeld de mogelijkheden van de veehouder om de voeding nauwkeurig te regelen. Uit onze berekeningen blijkt dat het vanuit ammoniakemissie gezien echter aantrekkelijker is koeien te weiden dan koeien op te stallen bij een gelijkblijvende N-efficiëntie.

Als de N-efficiëntie omhoog gaat door opstallen (bijvoorbeeld door een betere beheersing van de voeding) dan kan mogelijk de ammoniakemissie verminderen, waardoor de nadelen van opstallen kunnen worden beperkt. Op dit moment is dit echter niet het geval.

### 3.4 Spanning tussen beter dierwelzijn en lagere ammoniakemissie

De laatste jaren komt er binnen de veehouderij meer aandacht voor zowel milieuaspecten, zoals beperking van de ammoniakemissie, als ook voor welzijnsaspecten van de verschillende houderijsystemen. In praktijk blijkt soms dat maatregelen die vanuit milieuoogpunt aantrekkelijk zijn, vanuit welzijnsoogpunt juist nadelig zijn en omgekeerd. Als we kijken naar de mogelijkheden om emissiebeperkende maatregelen in te voeren, moeten we de welzijnseisen hierbij niet uit het oog verliezen.

Een duidelijk voorbeeld van zo'n situatie waar verschillende eisen elkaar tegenwerken vinden we in de varkenshouderij: Vanaf begin 2008 moeten alle varkensstallen voldoen aan het Varkensbesluit. Om binnen de varkenshouderij in de toekomst het welzijn van de varkens te verbeteren, bevat het Varkensbesluit enkele duidelijke eisen ten aanzien van oppervlakte. Veel bedrijven voldoen op dit moment nog niet aan deze eisen. Deze eisen zijn:

- Voor gelten en zeugen zonder biggen is groepshuisvesting verplicht, waarbij per dier tenminste 2,25 m<sup>2</sup> aanwezig moet zijn (waarvan 1,30 m<sup>2</sup> dichte vloer).
- Voor een gespeende big moet 0,4 m<sup>2</sup> aan vloeroppervlakte aanwezig zijn. Dat mag een volledig rooster zijn mits het geen betonrooster is;
- Vleesvarkens mogen vanaf 2002 niet meer op volledig rooster gehouden worden. De vloeroppervlakte voor varkens van 85 tot en met 110 kg moet minimaal 1,0 m<sup>2</sup> groot zijn. De vloeroppervlakte voor zwaardere varkens moet minimaal 1,3 m<sup>2</sup> zijn.

Praktisch houdt dit in dat er naar moet worden gestreefd de oppervlakte per dier te vergroten en tegelijkertijd het emitterend oppervlak te verkleinen. Dit voorbeeld speelt in de varkenshouderij, maar ook in de rundveehouderij en pluimveehouderij speelt deze tegenstrijdigheid: enerzijds wil men het oppervlak per dier vergroten en (in de rundveehouderij) de ventilatie per dier vergroten, maar tegelijkertijd moet de ammoniakemissie per dier omlaag.

# 4 Berekeningen

## 4.1 Berekeningen op bedrijfsniveau

Om inzicht te krijgen in de ammoniakemissie van de totale Nederlandse melkveehouderij, hebben we enkele berekeningen uitgevoerd op bedrijfsniveau. Voor 'De Marke' zijn bij de opzet van het bedrijfssysteem prognoses opgesteld ten aanzien van de ammoniakemissie. Sinds het bedrijf daadwerkelijk 'in bedrijf is', wordt de ammoniakemissie ook daadwerkelijk gemeten. Deze cijfers vormen het uitgangspunt voor onze berekeningen. Tabel 2 geeft een overzicht van de prognose en de werkelijk gemeten c.q. berekende kengetallen voor De Marke.

Tabel 2. Prognose en gerealiseerd De Marke (Biewinga, 1999)

	Prognose			Gemeten/ berekend '94-'96		
	kg N/ha	emissie (%)	emissie kg N/ha	kg N/ha	emissie (%)	emissie kg N/ha
Stal (N-uitscheiding vee)	147	5,2	8,0	179	4,9	9,1
Opslag	142	1	2,1	170	0,0	0,7
Aanwending drijfmest grasland	111	2,5 Nm	1,4	129	13,3 Nm	8,7
Aanwending drijfmest bouwland	29	1,25 Nm	0,2	41	1,7 Nm	0,3
Aanwending kunstmest	96	1	1,0	86	1	0,9
Beweiding, urine	36	7,5	2,7	86	10,9	3,9
Beweiding, mestflatten	19	60 Nm	1,4	19	60 Nm	1,4
<b>TOTAAL (kunst)mest, beweiding</b>			<b>16,6</b>			<b>25</b>
Stofw.verl. uit plaagverl.	5	50	2,7	} onbekend		
Stofw.verl. uit maaiverl.	5	10	0,5			
Stofw.verl. uit beweidingsverl.	13	10	1,3			
Conservering	160	7 – 12	16,1			
Verademing vee	276	1	2,7			
<b>TOTAAL uit overige bronnen</b>			<b>23,4</b>			
<b>TOTALE AMMONIAKEMISSION</b>			<b>40,0</b>			

De emissie uit overige bronnen is niet gemeten, maar als de prognose klopt, komt de totale ammoniakemissie in de periode '94 – '96 op 48,4 kg N per ha per jaar. De melkproductie per ha is ca 11.800 kg melk. De ammoniakemissie per 10.000 kg melk is dus 41 kg N per ha per jaar.

Aan de hand van de ammoniakmetingen op De Marke en de inschattingen die hiervoor gemaakt zijn, hebben we ook de ammoniakemissie per 10.000 kg melk geschat voor allerlei andere situaties. De resultaten staan in tabel 3 weergegeven, uitgedrukt in N per 10.000 kg melk. Eerst geven we een beschrijving van de verschillende varianten.

**Variant B: 'De Marke'**

De situatie zoals gerealiseerd op De Marke tussen 1994 en 1996.

**Variant C: 2000**

Een schatting van de situatie op een gemiddeld Nederlands melkveebedrijf in 2000.

**Variant D: 2003**

Deze variant geeft de ammoniakemissie op een gemiddeld Nederlands melkveebedrijf als het voldoet aan de Minasnormen voor 2003. Dit houdt in dat veel bedrijven hun N-overschot nog sterk moeten terugdringen. Door de input van N via veevoer in de veestapel terug te brengen van 375 kg N per 10.000 kg melk in 2000 naar 300 kg N in 2003 lijkt dit te realiseren. De Marke heeft een nog lagere input van 258 kg N per 10.000 kg melk, maar realiseert hiermee een N-overschot dat lager is dan de verliesnormen voor droge zandgrond in 2003: het Minasoverschot bedraagt op De Marke circa 101 kg N per ha, terwijl de verliesnorm voor De Marke in 2003 circa 114 kg N per ha zal zijn (dit baseren we op de huidige mestwetgevingsplannen en de aanname dat De Marke geheel als 'droge zandgrond' zal worden aangemerkt). Als bedrijven in 2003 gemiddeld de verliesnormen realiseren wordt de totale hoeveelheid N uit ammoniak hiermee 65 kg per 10.000 kg melk.

**Variant E: '2003 + Opstallen'**

De variant '2003 + opstallen' geeft het effect aan als de koeien niet meer worden geweid, aanvullend op de situatie voor variant '2003'. Dit blijkt nadelig voor de ammoniakemissie. Dit is te wijten aan de volgende posten:

- Emissie uit de stal stijgt (+ 5,2 kg)
- Emissie uit de mestopslag stijgt (+ 1,8 kg)
- Emissie bij mestaanwending stijgt (+ 7,2 kg)
- Emissie bij conservering van voer stijgt (+ 7,9 kg)

Hier staat natuurlijk tegenover dat:

- Emissie door beweiden 0 kg wordt (- 7,9 kg)

Het netto effect is dat door opstallen 13,9 kg N-NH<sub>3</sub> meer emitteert. Ook als de emissie bij conservering een sterke overschatting is van de werkelijke emissie, dan nog geldt dat opstallen nadelig is vanuit het oogpunt van ammoniakemissie.

**Variant F: '2003 + Opstallen + Emissiearme huisvesting'**

De ammoniakemissie kan extra beperkt worden door emissiearme huisvesting. Variant F beschrijft de situatie waarin de Minasnormen voor 2003 worden gerealiseerd en de dieren het jaar rond worden opgesteld en de huisvesting emissiearm is. We nemen aan dat hierdoor de ammoniakemissie uit de stal afneemt van 6,5 % naar 3,5 % en vanuit de opslag van 2,5 naar 1,0 %. De ammoniakemissie neemt hierdoor 8,9 kg N-NH<sub>3</sub> extra af ten opzichte van variant E.

**Variant G: '2003 + opstallen + emissiearme huisvesting + Emissiearme aanwending'**

Emissiearme aanwending blijkt in praktijk minder effect te hebben op de ammoniakemissie dan was verwacht. Dit kan komen doordat in sommige gevallen toch bovengronds wordt aangewend en op bouwland de plicht is om de mest binnen 4 uur onder te werken (terwijl 'direct' gunstiger is en ondergronds aanwenden optimaal), omdat de machine niet perfect is afgestemd, etc. We gaan er in deze variant vanuit dat de emissie bij uitrijden verder beperkt kan worden van 10 tot 5% als alles 'keurig' gedaan wordt. De ammoniakemissie bij uitrijden wordt dus gehalveerd. Deze variant is aanvullend op variant F: 2003 + opstallen + emissiearme huisvesting.

De totale ammoniakemissie per 10.000 kg melk neemt hierdoor 10,9 kg N-NH<sub>3</sub> extra af ten opzichte van variant E.

#### **Variant H: 'Maximaal'**

De variant 'maximaal' gaat er vanuit dat al het mogelijke gedaan wordt om de ammoniakemissie te beperken. Hierbij baseren we ons op resultaten van De Marke en De Minderhoudhoeve. Te weten:

- De N-benutting uit voer door de veestapel is hoog (ruim 24%): de input in de gehele veestapel is slechts 250 kg per 10.000 kg melk is.
- De N-gift uit kunstmest is 80 kg per 10.000 kg melk
- Het bedrijf heeft een emissiearme stal
- Het bedrijf wendt 'echt' emissiearm aan
- De koeien worden geweid, waarbij de emissie 8% is
- De emissie uit voeropslag is beperkt tot 5%

#### **Variant I: Bioveem**

Om in te schatten wat het effect zou zijn als de Nederlandse melkveehouderij biologisch zou worden, hebben we de resultaten van de bedrijven die meedoen aan het project 'Bioveem' gebruikt. Bioveem is een gezamenlijk project van het Praktijkonderzoek Veehouderij, Het Louis Bolk Instituut, Het Landbouw Economisch instituut, het Proefstation Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt en De Landbouw Voorlichting. Het project beoogt het ondersteunen van een verdere ontwikkeling van duurzame biologische melkveehouderij. Hiervoor worden 10 biologische praktijkbedrijven intensief gevolgd. Deze bedrijven zijn biologisch en krijgen hiernaast begeleiding op allerlei gebied. De voeding op deze bedrijven zal hierdoor waarschijnlijk meer 'op de norm' zijn dan op een gemiddeld biologisch bedrijf.

De gegevens die we in onze berekeningen hebben gebruikt, zijn gebaseerd op Projectteam Bioveem (2000). Doordat geen exacte gegevens voorhanden waren over N-input in de veestapel etc., hebben we enige aannames moeten doen. Dit staat nader uitgewerkt in Bijlage 2.

#### **Variant K: 'Bioveem +'**

In deze variant gebruiken we dezelfde uitgangspunten als in de variant 'Bioveem', met die uitbreiding dat de bedrijven een emissiearme stal hebben en 'echt' emissiearm aanwenden. Koeien weiden wel, mede omdat dit een eis is voor biologische veehouderij.

#### **Variant L: Minderhoudhoeve**

De Minderhoudhoeve is een experimenteel proefbedrijf van Wageningen Universiteit en Research Centrum waar twee prototypes van gemengde bedrijven opgezet zijn: een geïntegreerd systeem en een ecologisch systeem. Het bouwplan van het geïntegreerd systeem komt min of meer overeen met de grondgebonden Nederlandse landbouw: grasland, maïs, aardappelen, suikerbiet, wintertarwe, zomergerst, winterkoolzaad, groenten. Op basis van enkele cijfers van het geïntegreerde bedrijfssysteem op de Minderhoudhoeve, hebben we dit bedrijf zo goed mogelijk doorgerekend, dat wil zeggen:

- Input in veestapel is 250 kg N, waardoor de dierbenutting ca 25% wordt.
- het rantsoen is eiwitarm, waardoor de mest ook N-arter wordt. Mogelijk wordt de emissie hierdoor procentueel ook iets minder vanuit de stal en de mestopslag. We zijn uitgegaan van de emissiecijfers van een emissiearme stal en emissiearme aanwending (respectievelijk 3,5 en 1,0%).
- de emissie vanuit de voeropslag is 10%.
- de emissie bij beweiding is 8%.
- kunstmestgift is 72 kg N per ha.

Tabel 3. Schatting van de emissie van ammoniak-N per 10.000 kg melk voor verschillende varianten

Parameters	Variant <sup>1)</sup>										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
N-ffic. melkprod. (+ O&A)	16,5	22,7	17,1	21,3	21,3	21,3	21,3	24,4	21,6	21,6	25,6
Input N in veestapel	413	258	375	300	300	300	300	250	296	296	250
Input N-kunstmest	276	80	150	120	100	100	100	80	0	0	72
Emissie vanuit stal (%)	6,5	5,1	6,5	6,5	6,5	3,5	3,5	3,5	6,5	3,5	3,5
Emissie vanuit opslag (%)	8,5	0,4	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0
Aan/afvoer drijfmest (N/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissie bij uitrijden (%)	27,2	5,3	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	10,0	5,0	5,0
Emissie bij beweiden (%)	11,4	9,6	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0	8,0
Beweidingspercentage (%)	49,0	23,7	35	35	0	0	0	35	35	35	35
Zelfvoorziening voer (%)	73,0	79	75	75	75	75	75	75	75	75	75
<b>Resultaten (in kg N-NH<sub>3</sub>)</b>											
Emissie vanuit dierlijke mest	81,7	20,1	45,8	34,4	40,7	31,8	20,9	15,8	33,8	21,2	15,6
Overige emissie	42,5	20,3	36,1	30,6	38,2	38,2	38,2	20,4	28,9	28,9	26,4
Emissie totaal	124,2	40,3	81,9	65,0	78,9	70,0	59,1	36,2	62,6	50,0	42,0

- <sup>1)</sup> A = Gemiddelde situatie in de jaren '80  
 B = Behaalde resultaten op De Marke in de periode 1994 - 1996  
 C = Huidige situatie (2000)  
 D = Situatie in 2003 binnen de Minasnormen  
 E = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven  
 F = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven en alle bedrijven een emissiearme stal hebben  
 G = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven, alle bedrijven een emissiearme stal hebben en mest 'echt' emissiearm aanwenden  
 H = maximaal haalbare situatie voor de Nederlandse melkveehouderij op korte termijn  
 I = Situatie op Bioveem-bedrijven  
 K = Situatie op Bioveem-bedrijven plus een emissiearme stal en 'echt' emissiearme aanwending  
 L = Situatie op de Minderhoudhoeve

Tabel 3 laat zien dat de totale emissie in 2000 naar schatting 82 kg N per 10.000 kg melk is. De effecten van een intensievere of extensievere melkveehouderij hebben we niet kunnen berekenen. Door het nieuwe stelsel van mestafzetcontracten wordt de melkveehouderij (meer) grondgebonden dan nu het geval is waardoor de verschillen in intensiteit voor een belangrijk deel wegvallen. Immers op heel vee grasland zal in de toekomst 170 of 250 kg N uit dierlijke mest worden aangewend. Als een melkveehouder meer heeft zal hij deze afvoeren, heeft hij minder dan kan (en zal) hij aanvoeren. Het totale melkquotum in Nederland is 10 992 000 ton melk op circa 1,2 miljoen ha gras- en maïsland. De emissie per ha is volgens deze aanname dus 75 kg N-NH<sub>3</sub> per ha. Het areaal waar we mee rekenen is echter enigszins een overschatting, omdat we alle maïs- en grasland in Nederland toegerekend hebben aan de melkveehouderij. Een klein gedeelte is echter in gebruik voor o.a. vleesvee en schapen. De ammoniakemissie per ha zal dus iets hoger zijn dan 75 kg N-NH<sub>3</sub>. Om te bepalen of deze schatting overeenkomt met de schattingen die in andere studies gemaakt zijn, vergelijken we deze emissie per ha met literatuurgegevens. Aarts e.a. (1999) schatten dat tussen 1994 en 1997 de vervluchtiging op De Marke 23 kg N-NH<sub>3</sub> per ha per jaar is, en 70 kg N-NH<sub>3</sub> op een gangbaar bedrijf op zandgrond. De schatting van Aarts e.a. (1999) komt dus redelijk overeen met onze schatting. Aarts e.a. (1999) voeren nog een post 'conserveringsverlies' van 5 kg N per ha op, waarvan onduidelijk

is in welke vorm dit is. Gedeeltelijk zal dit in de vorm van ammoniak zijn, waardoor de totale ammoniakuitstoot per ha iets hoger zal zijn dan 70 kg per ha. Willems e.a. (2000) beschrijven dat bij de Minasverliesnormen zoals deze zullen gaan gelden in 2003 een ammoniakemissie past van 35 kg N op grasland en 4 kg op bouwland (onafhankelijk van de vraag of het over vochthoudende zandgrond (180/100) gaat of over droge zandgrond (140/60)). Dit is na aftrek van diergebonden verliezen (uit opslag en stal). Totale ammoniakvervluchtiging zou ca 45 kg N per ha grasland per jaar zijn. Wij komen uit op circa 65 kg N uit ammoniak per 10.000 kg melk. Onduidelijk is of Willems e.a. (2000) rekening hebben gehouden met ammoniak uit voederconservering.

## 4.2 Berekeningen op landelijk niveau

Al deze varianten kunnen worden omgerekend naar de situatie voor de hele melkveehouderij, aannemende dat alle melkveebedrijven in Nederland deze maatregelen nemen en dat het totale melkquotum in Nederland gelijk blijft.

Het totale melkquotum in Nederland is 10.992.000 ton melk. Als elk bedrijf eenzelfde efficiëntie en ammoniakemissie als De Marke zou hebben, zou de landelijke ammoniakemissie door de melkveehouderij hiermee op  $(1099,2 \times 40,3) = 44$  kton N, oftewel  $(17/14) \times 44 = 54$  kton NH<sub>3</sub>. Voor alle varianten is deze omrekening naar landelijke ammoniakemissie door de melkveehouderij gemaakt (zie tabel 4).

Om te kunnen schatten wat de totale landelijke ammoniakemissie zal zijn, dus inclusief andere veehouderijsectoren en bronnen buiten de landbouw, is kennis nodig over de verdeling van de emissie over de sectoren. Het is helaas onduidelijk welk deel van de agrarische ammoniakemissie exact afkomstig is van de melkveehouderij. Bijlage 1 geeft een verdeling van de ammoniakemissie over sectoren. Deze cijfers zijn afkomstig uit 1996 en zijn, na later bleek, een onderschatting van de werkelijke ammoniakemissie. Uit tabel A1 in Bijlage 1 blijkt dat de ammoniakemissie buiten de melkveehouderij om naar schatting 65,7 kton bedraagt. Hiernaast is een gedeelte van de landelijke ammoniakemissie afkomstig van niet-landbouw bronnen. Dit is circa 11 kton per jaar. In tabel 4 geven we aan met welk percentage de andere veehouderijsectoren de ammoniakemissie terug moeten brengen om te zorgen dat de totale landelijke ammoniakemissie niet hoger wordt dan 128 kton. We hebben hierbij aangenomen dat de totale ammoniakemissie buiten de landbouw iets daalt: 9 kton per jaar (gebaseerd op de doelstelling in NMP 2, zie tabel 1). Deze cijfers laten zien dat naast een reductie in de melkveehouderij een flinke reductie in andere sectoren nodig zal zijn.

Onze schatting lijkt echter een ietwat pessimistische schatting: volgens de Milieubalans (2000) was de totale ammoniakemissie in 1999 164 kton (zie Bijlage I), waarvan mogelijk 80 uit de melkveehouderij, terwijl onze schatting uitkomt op een totale ammoniakemissie 186 kton (109 kton uit de melkveehouderij, plus 65,7 uit andere sectoren, plus 11 kton buiten de landbouw).

Als we aannemen dat de onderlinge verhouding tussen sectoren zoals deze in tabel A1 staat weergegeven, correct is, is ongeveer de helft van de ammoniakemissie afkomstig van de melkveehouderij. Dit houdt in dat de ammoniakemissie uit de melkveehouderij minder dan circa 70 kton moet zijn om aan de norm van 128 kton te kunnen voldoen.

Tabel 4. Ammoniakemissie door de Nederlandse melkveehouderij in kton op landelijk niveau bij de verschillende varianten (zie tabel 3 voor een omschrijving van de varianten) en de krimp (in %) die noodzakelijk is in andere veehouderij sectoren om de landelijke ammoniakemissie te beperken tot 128 kton

Variant	Ammoniakemissie melkveehouderij in kton (% wijziging t.o.v. variant C)	Maximaal mogelijke emissie andere veehouderijsectoren (% wijziging t.o.v. 1996)
Variant B	54 (-50%)	65 (-1%)
Variant C	109 (0%)	10 (-85%)
Variant D	87 (-20%)	32 (-51%)
Variant E	105 (-4%)	14 (-79%)
Variant F	93 (-15%)	26 (-60%)
Variant G	79 (-28%)	40 (-39%)
Variant H	48 (-56%)	71 (geen krimp)
Variant I	84 (-23%)	35 (-47%)
Variant K	73 (-33%)	46 (-30%)

### 4.3 Gevoeligheidsanalyse / betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de cijfers bepaalt in hoge mate de bruikbaarheid van onze berekeningen. Schröder en Corré (2000) geven aan dat de onzekerheden in de gemeten ammoniakvervluchtiging en nitraatuitspoeling naar grondwater in de orde van grootte van 25 tot 50% ligt. Dit geeft aan dat rond de berekeningen een grote onzekerheidsmarge moet worden aangehouden. In deze paragraaf bespreken we de onzekerheid in de aannames ten aanzien van ammoniakemissie bij voerconservering en bij beweiden en opstallen.

#### 4.3.1 Ammoniakemissie bij voerconservering

Met name de (onzekerheid over de) emissie uit voerconservering lijkt te bepalen wat de totale ammoniakemissie is. We zijn uitgegaan van 10%, maar wat is het resultaat als dit 'maar' 5% is? En wat is het effect als de emissie bij beweiding niet 10 maar 8% is? Resultaten van beide gevoeligheidsanalyses staan in tabel 5.

Tabel 5. Wijziging in emissie (kg N per 10.000 kg melk) als we twee uitgangspunten variëren. Tussen haakjes staat de procentuele wijziging weergegeven. Zie tabel 3 voor toelichting bij de varianten

Parameters	Variant									
	A	B	C	D	E	F	G	I	K	L
Voederconservering 5%	-6,5	-6,6	-9,2	-7,3	-11,3	-11,3	-11,2	-7,2	-7,2	-6,9
i.p.v. 10% (% wijziging)	(-5,2)	(-16,4)	(-11,2)	(-11,3)	(-14,3)	(-16,1)	(-19,0)	(-11,4)	(-14,4)	(-14,5)
beweiding 8% i.p.v. 10%				-1,6	0	0	0	-1,5	-1,5	
(% wijziging)				(-2,5)	(0)	(0)	(0)	(-2,4)	(-3,1)	

Opvallend is dat het effect van de emissie bij voederconservering groter is als de dieren op stal gehouden worden. Dit komt omdat we dan aannemen dat al het gras ingekuuld wordt. De totale kuilvoorraad is dus groter, en daarmee ook de emissie.



### 4.3.2 Ammoniakemissie bij beweiden en opstallen

Onze berekeningen geven aan dat beweiding lagere emissies geeft dan opstallen. De betrouwbaarheid van deze uitkomst hangt af van de betrouwbaarheid van de gebruikte cijfers over emissie bij beweiden, bij het toedienen van mest en emissie bij opstallen. Aanname is dat de ammoniakemissie uit de stal 6,5% is en bij beweiden 10%. De laatste jaren is, in verband met het ammoniakgat, veel aandacht besteed aan de ammoniakemissie bij mestaanwending, maar hoe betrouwbaar zijn de cijfers ten aanzien van beweiding en opstallen?

Om meer kwantitatieve gegevens te verkrijgen omtrent de ammoniakvervluchtiging bij beweiding zijn in 1996 en 1997 tunnelmetingen verricht. De ammoniakvervluchtiging in 1996 uit (kunst)urine kwam ongeveer overeen met de verwachtingen. Van der Putten en Ketelaars (1999) nuanceren deze resultaten direct, omdat een herhaling van deze metingen in de zomer van 1997 sterk afwijkende resultaten te zien gaf. Dit gold echter met name voor bemesting; na toediening van natuurlijke urine en ureumoplossing werden wel vergelijkbare resultaten gemeten.

Hoe zit het met de ammoniakemissie bij opstallen? Mogelijk onder- of overschatten we deze post. We hebben de resultaten van onze analyses vergeleken met enkele meetresultaten die beschreven zijn door Van Duinkerken e.a. (2001). Als we de stalemissie uitdrukken per koe per jaar (uitgaande van 190 staldagen) levert de variant 2000 een stalemissie van 7,6 kg ammoniak per koe per jaar. Volgens Duinkerken e.a. (2001) wordt deze emissie bereikt bij een ureumgetal van circa 30 mg/dl. Dit ureumgetal komt goed overeen met de huidige gemiddelde situatie in de melkveehouderij. Onze variant 'maximaal' levert volgens onze berekeningen een ammoniakemissie in een stalperiode van 190 dagen van 2,5 kg per koe. Een ureumgetal van circa 17 mg/dl levert volgens Duinkerken e.a. (2001) in een gangbare stal een ammoniakemissie van rond de 5 kg. Het lijkt reëel te veronderstellen dat door een emissiearme stal deze emissie kan worden gehalveerd. Uit de vergelijkingen kunnen we constateren dat onze aannames redelijk overeenkomen met de cijfers zoals deze in ander onderzoek worden gebruikt. Het al dan niet beweiden van melkvee is ook gerelateerd aan andere thema's, waaronder dierenwelzijn, natuur en landschap en imago van de melkveehouderij. Voor een uitgebreide beschrijving hiervan verwijzen we naar het rapport van Van der Schans (2000).



# 5 Conclusies en aanbevelingen

---

In dit hoofdstuk geven we de belangrijkste conclusies uit deze studie. Daarnaast doen we enkele aanbevelingen welke *cursief* zijn weergegeven.

## **Landelijke ammoniakemissiedoelstelling**

De ammoniakemissie in Nederland vormt een zware belasting van de natuur. In 1999 bedroeg de emissie circa 164 kton waarvan het overgrote deel, meer dan 90%, vanuit de landbouw afkomstig is. Het beleid is erop gericht om de ammoniakemissie nog met ruim 70% ten opzichte van 1999 te verminderen.

- In het Nationaal Milieubeleidsplan 3 (NMP3, 1998) is voor geheel Nederland een ammoniakemissiedoelstelling van 54 kton NH<sub>3</sub> in 2010 weergegeven. Deze doelstelling is niet realiseerbaar met de huidige productieomvang en de stand der techniek.
- In Göteborg is door de raad van ministers een ammoniakemissiedoelstelling van 128 kton voor Nederland in 2010 afgesproken. Deze doelstelling is wel haalbaar maar zal aanzienlijke inspanningen in alle veehouderijsectoren vergen. Momenteel werkt het ministerie van VROM aan het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4). In dit kader overweegt Nederland voor 2010 scherpere emissiedoelstellingen dan de Europese doelstelling van 128 kton. *Onderzoek is nodig om de consequenties van een scherpere doelstelling dan 128 kton voor Nederland te verkennen.*
- Indien wordt vastgehouden aan de eerder genoemde ammoniakemissiereductie van ruim 70% ten opzichte van 1999, is een discussie over de maximale bijdrage van de verschillende sectoren aan de landelijke emissie onvermijdelijk. Hierbij speelt niet alleen de emissie per dier maar ook het aantal dieren per sector een rol. *Binnen enkele jaren dient een maatschappelijke discussie plaats te vinden over de toegestane bijdrage van sectoren aan de ammoniakemissie.*

## **Ammoniakemissie uit de melkveehouderij**

Meer dan 90% van de ammoniakemissie is afkomstig vanuit de landbouw. Van de ammoniak uit de landbouw komt bij benadering circa de helft uit de rundveehouderij. Hiervan komt het overgrote deel uit de melkveehouderij. Bij een gelijkblijvend aandeel in de landelijke ammoniakemissie moet de maximale ammoniakemissie vanuit de melkveehouderij worden beperkt tot circa 25 (op basis van NMP3) of 60 kton NH<sub>3</sub> (op basis van Göteborg).

- Deze studie wijst uit dat een emissie vanuit de melkveehouderij van 50 kton technisch haalbaar is. Hiermee zou de melkveehouderij een evenredige bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van de EU-doelstelling voor ammoniak. De sociaal-economische consequenties van de doorgerekende maatregelen en systemen zijn niet in kaart gebracht. *We bevelen aan om de sociaal-economische consequenties van de doorgerekende maatregelen en systemen in beeld te brengen.*
- Het huidige generieke ammoniakbeleid is niet altijd kosteneffectief omdat sommige ammoniakmaatregelen in bepaalde situaties minder zinvol zijn. Een voorbeeld hiervan is de afdekking van mestsilo's. Dit soort maatregelen ondermijnen het draagvlak bij boeren voor het huidige ammoniakbeleid. Gedifferentieerd ammoniakbeleid is vanuit kosteneffectiviteit gewenst. Gedacht kan worden aan het uitwisselbaar laten zijn van maatregelen die boeren kunnen nemen om de ammoniakemissie te reduceren. Keuzevrijheid in maatregelen is overigens niet eenvoudig te realiseren, omdat bij de toekomstige doelen een maximale

ammoniakreductie vanuit de melkveehouderij nodig is. *We bevelen aan om de mogelijkheden van gedifferentieerd ammoniakbeleid te verkennen.*

- Alleen al een melkveehouderij met de meest strenge maatregelen voor de reductie van de ammoniakemissie heeft de volledige milieugebruiksruimte van 54 kton NH<sub>3</sub> in 2010 nodig. Zodoende zou het niet mogelijk zijn om meer dan circa 1,5 miljoen melkkoeien met bijbehorend jongvee te houden. Vanuit de landbouw is deze veestapel dan de enige ‘emitterende bron’ op een totaal landbouwareaal van circa 2 miljoen ha. Dit is extensieve landbouw (0,75 melkkoel met jongvee per ha), waarvan zeer strenge ammoniakreductiemaatregelen worden geëist. Het ecologisch noodzakelijk geachte emissieplafond heeft zo aanzienlijke economische en maatschappelijke consequenties. Deze zeer ingrijpende consequenties stellen extra eisen aan de onderbouwing van de ecologische doelstelling van het ammoniakbeleid. Daarnaast dient het inzicht in de economische en maatschappelijke consequenties van de ammoniakdoelstelling te worden verruimd. *Verdere onderbouwing van de ecologische doelstelling van het ammoniakbeleid verdient aanbeveling. Tevens is het gewenst om beter inzicht te verkrijgen in de economische en maatschappelijke consequenties van deze doelstelling.*

### **Maatregelen op melkveebedrijven**

- Om de ammoniakemissie te verminderen is het onvermijdelijk dat de melkveehouderij vergaande maatregelen neemt. Op korte termijn betekent dit toepassing van de reeds beschikbare kennis. Voor de langere termijn is onderzoek naar nieuwe technische maatregelen en bedrijfsconcepten onvermijdelijk. *Extra inspanningen op het gebied van voorlichting en onderzoek naar maatregelen en bedrijfsconcepten zijn gewenst.*
- De dierlijke mest wordt niet op alle bedrijven (zowel op grasland als bouwland) onder alle omstandigheden effectief emissiearm aangewend. Echt emissiearm aanwenden van alle dierlijke mest vanuit de melkveehouderij op die plaatsen waar het technisch haalbaar is, levert volgens onze schatting een extra emissiereductie van meer dan 10% op bedrijfsniveau op. Ook het emissiearm aanwenden van de dierlijke mest vanuit de intensieve veehouderij zal in aanzienlijke vermindering van de ammoniakemissie resulteren. *We bevelen aan om emissiearm mestaanwenden, daar waar het technisch mogelijk is, te verplichten of te stimuleren.*
- De ammoniakemissie per kg melk vanuit een gemiddeld biologisch melkveebedrijf is momenteel aanmerkelijk geringer dan van een gangbaar melkveebedrijf. Op gangbare bedrijven zal onder invloed van Minas de emissie sterk afnemen en tot onder het niveau van de huidige biologische melkveehouderij kunnen dalen. Vermindering van de ammoniakemissie op biologische bedrijven is gewenst, en zelfs noodzakelijk als zij binnen de landelijke doelstellingen willen blijven. *Ook de biologische melkveehouderij dient maatregelen te nemen om de ammoniakemissie te verminderen.*
- De ammoniakemissie van melkveebedrijven met beweiding is beduidend lager dan die van bedrijven waar de koeien niet worden geweid. Uitgaande van een ammoniakemissieplafond voor de melkveehouderij is het aantrekkelijk om de koeien te weiden. De voor de melkveehouderij beschikbare milieugebruiksruimte kan zodoende maximaal worden benut. Hierdoor kan een zo groot mogelijk deel van het Nederlandse melkquotum worden volgemolken hetgeen van groot belang is voor de Nederlandse zuivelindustrie. Een gunstig neveneffect van koeien in de wei is het positieve imago. *We bevelen de zuivelindustrie aan om, na afloop van de huidige mond- en klauwzeercrisis, beweiding bijvoorbeeld middels financiële prikkels te stimuleren.*
- Uit deze studie blijkt dat er onvoldoende kennis is over de ammoniakemissie uit opgeslagen ruwvoer. Schattingen geven aan dat circa 5 tot 10% van de stikstof in kuilvoer in de vorm van ammoniak kan vervluchtigen. Het is niet uitgesloten dat

deze ammoniakemissie voor een deel de verklaring van het ammoniakgat vormt (zie bijlage 3 voor een toelichting op het ammoniakgat). *We bevelen onderzoek aan naar de ammoniakemissie uit ruwvoeropslag; gras- en maïssilage.*

### **Systeemaanpak**

De maatregelen op bedrijfsniveau zijn op specifieke emissies gericht. Dit leidt soms tot verplaatsing van het probleem van grondwater naar lucht. Een 'herverdeling' van het stikstofoverschot is het gevolg: stikstof die niet emitteert als ammoniak kan op een andere manier ontsnappen bijvoorbeeld in de vorm van nitraat in het oppervlakte- of grondwater of lachgas in de lucht. Daarnaast zijn veel maatregelen middelgericht (emissiearme stal, ondergronds aanwenden van de mest, afdekken mestsilos, etc.). Een doelgerichte aanpak is mogelijk door een systeembenadering. Hierin gaat het om het gehele management en het verminderen van de totale stikstofemissie. Minas is zo'n systeembenadering: door de stikstofverliezen op bedrijfsniveau te verminderen, worden zowel de nitraat-, lachgas- als de ammoniakverliezen beperkt. Maar hiervoor is het wel van belang dat Minas sluitend is en alle stikstromen omvat. Op dit moment is het bijvoorbeeld mogelijk de aanvoer van stikstof buiten Minas om te vergroten door gebruik van klaver in blijvend grasland. Daarnaast houdt Minas geen rekening met depositie en mineralisatie.

- Een integrale aanpak om de ammoniakemissie te verminderen is mogelijk middels een systeembenadering zoals Minas. De effectiviteit van Minas is hoger indien alle stikstofstromen worden meegenomen. De belangrijkste stikstofstromen die nog niet worden meegenomen zijn mineralisatie, depositie en klaverbinding. *We bevelen aan om (het voor de boer benutbare deel van) de stikstofaanvoer door mineralisatie, depositie en klaverbinding op te nemen in Minas.*
- Stikstofverliezen in de vorm van nitraat en ammoniak in de nabijheid van kwetsbare natuurgebieden dragen in het bijzonder bij aan de belasting van de natuur. Verminderen van de stikstofemissie is mogelijk met de systeembenadering middels Minas. Aangescherpte Minas-normen voor zones rondom natuur kunnen zodoende bijdragen aan de gewenste vermindering van de milieubelasting. *We bevelen aan om de effectiviteit van aangescherpte Minas-normen in de nabijheid van kwetsbare natuurgebieden te verkennen.*

### **Rol overheid en agrarische sector**

- In EU-verband is een ammoniakdoelstelling voor 2010 van 128 kton voor Nederland vastgesteld. De uiteindelijke doelstelling voor Nederland ligt volgens NMP3 op 54 kton. Om dit te bereiken, zal de overheid de komende jaren het ammoniakbeleid moeten aanscherpen. Diverse maatregelen zijn mogelijk om de (negatieve effecten van) ammoniakemissie te verminderen:
  - Verscherping van de systeemaanpak middels Minas;
  - Aanvullende emissiereducerende maatregelen;
  - Inkrimping van de veestapel;
  - Verplaatsing van veehouderij (en daarmee van ammoniakemissie) naar minder gevoelige gebieden.
- De agrarische sector kan zelf het best de afweging maken welke maatregelen moeten worden genomen voor een kosteneffectieve invulling van de overheidsdoelstellingen. *We bevelen de overheid aan om, binnen gegeven plafonds, ruimte te geven aan de agrarische sector om de meest gewenste maatregelen te nemen. De agrarische sector bevelen we aan om zelf een keuze uit bovenstaande maatregelen te maken.*
- De resultaten van de huidige studie laten zien dat een krimp van de veestapel onontkoombaar lijkt. De omvang van de verschillende veehouderijsectoren is echter niet alleen afhankelijk van de ammoniakdoelstelling. De huidige mond- en klauwzeercrisis leidt tot discussie over de toekomst van de Nederlandse veehouderij, waarbij de aandacht specifiek uitgaat naar risico's van diertransporten voor

verspreiding van ziekten. *We bevelen aan de discussie omtrent de toekomst van de Nederlandse veehouderij te baseren op een integrale afweging van meerdere duurzaamheidscriteria voor alle veehouderijsectoren. Naast ammoniak en diergezondheid moeten ook aspecten als dierwelzijn, landschap, natuur en energieverbruik worden meegenomen in zo'n integrale afweging.*

## Bronnen

---

Aarts, H.F.M., B. Habekotté, G.J. Hilhorst, G.J. Koskamp, F.C. van der Schans, C.K. de Vries (1999) Efficient resource management in dairy farming on sandy soil. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47: 153-167.

Biewinga, E. (1999) Ammoniakemissie op De Marke: overzicht en perspectieven. In: Ammoniakemissie op De Marke: overzicht en perspectieven. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* (PR) Lelystad, September 1999.

Duinkerken, G. van, G. André, M.C.J. Smits, M.J.M. Wagemans (2001) Voerspoor werkbaar en controleerbaar. Melkureum als instrument om effect voeding op ammoniakemissie in te schatten. *Veeteelt*, p. 64-65.

Holtan-Hartwig, L. & O.C. Bockman, 1994. Ammonia exchange between crops and air. *Norwegian-Journal-of-Agricultural-Sciences*. 1994, Supplement no. 14, 41 pp.

Middelkoop, N. (1999) Ammoniakemissie uit de stal. In: Ammoniakemissie op De Marke: overzicht en perspectieven. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* (PR) Lelystad, September 1999.

Nijenhuis, W.A.S., J.D. Duyzer (1998) Ammoniak en reconstructie – Effecten van aanvullend zonebeleid. TNO-MEP.

Plantaz, M.A.H.G. (1998) Surface/atmosphere exchange of ammonia over grazed pasture. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.

Projectteam Bioveem (2000) Biologische Veehouderij en Management (Bioveem). Onderzoek en demonstratie op tien biologische melkveebedrijven. PR-Publicatie 144.

Putten, A.H.J. van der, J.H.M. Ketelaars (1999) Vervluchtiging van ammoniak in het veld. In: Ammoniakemissie op De Marke: overzicht en perspectieven. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* (PR) Lelystad, September 1999.

Schans, F.C. van der (2000) Koeien binnen of buiten? Afwegingen bij het weiden van melkvee. *Centrum voor Landbouw en Milieu*, rapport 450.

Schans, F. van der, G.J. Hilhorst, N. Middelkoop, E. Biewinga, T. van der Putten, J. Ketelaars (1999) Ammoniakemissie op De Marke: Overzicht en perspectieven. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* (PR) Lelystad, September 1999.

Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny, F.J. de Ruijter (1999) Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw. Op weg naar een verbeterde rekenmethode. *Reeks Milieuplanbureau* 6.

Willems, W.J., T.V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, B. Fraters & H.F.M. Aarts (2000) Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. RIVM-rapport 718201002 Bilthoven, 102 p.





# Bijlage 1 Cijfers over landelijke ammoniakemissie

Steenvoorden e.a. (1999)geven een verdeling van de ammoniakemissie tussen sectoren. Dit is echter op basis van CBS-landbouwtelling van 1996. Zie tabel A1.

Tabel A1. Verdeling van de ammoniakemissie tussen sectoren en naar plaats (in kton in Nederland)

Mestsoort	Emissieplaats				
	stal	opslag	weide	uitrijden	totaal
Melkvee	35,4	1,5	12,4	12,5	61,8
Vleesvee	5,5	0,1	2,2	2,1	9,9
Vleeskalveren	1,7			0,9	2,6
Fokvarkens	10,7	0,2		2,3	13,1
Vleesvarkens	21,6	0,3		5,2	27,1
Leghennen	5,0	1,1		1,6	7,7
Vleeskuikens	3,7	0,8		0,6	5,2
TOTAAL	83,7	4,0	14,6	25,2	127,5

Na 1996 is de ammoniakemissie naar boven toe bijgesteld, omdat uit metingen bleek dat de totale emissie hoger was dan eerder was ingeschat (het zgn. ammoniakgat, zie bijlage 2). Er wordt dan echter geen verdeling in sectoren meer gemaakt. Zie tabel A2.

Tabel A2. Laatste cijfers over ammoniakemissie in Nederland in kton (Milieubalans 2000)

	1980	1985	1990	1995	1997	1998	1999
Totale ammoniakemissie	216	239	220	177	177	159	164
dierlijke mest	204	226	210	164	163	147	151
w.v. uit stal en mestopslag	77	86	89	86	82	77	76
mestaanwending	114	125	105	63	67	57	62
beweiding	14	16	16	14	15	13	13
kunstmest	12	12	10	13	13	13	13

Circa 50% van de ammoniakemissie uit de landbouw is dus afkomstig uit de melkveehouderij. Uitgaande van het niveau van 164 kton, komt dit neer op ruim 80 ton uit de melkveehouderij.



## Bijlage 2 Aannames Bioveem

---

### Uitgangsgegevens:

Gemiddelde voeropname (kg DS per dier per dag):	
ruwvoer	14,6
krachtvoer	4,5
Gemiddelde meetmelkproductie	7350 kg per koe per jaar
N-binding door klaver:	73 kg N/ ha

### Vervolgberoeeningen

Krachtvoer:

- 4,5 kg ds krachtvoer x 365 dagen = 1643 kg ds per dier per jaar = 2235 kg ds per 10.000 kg melk.
- krachtvoer bevat ca 160 g ruweiwit per kg product, oftewel 178 g ruweiwit per kg ds.
- 6,25 gram ruweiwit bevat 1 gram N.

Totale aanvoer van N per 10.000 kg melk via krachtvoer komt hiermee op  $(2235 \times 0,178)$   
 $/ 6,25 = 64 \text{ kg N}$ .

Ruwvoer:

- 14,6 kg ds ruwvoer x 365 dagen = 5329 kg ds per dier per jaar = 7250 kg ds per 10.000 kg melk.
- ruwvoer bevat ca 200 g ruweiwit per kg ds.
- 6,25 gram ruweiwit bevat 1 gram N.

Totale aanvoer van N per 10.000 kg melk via ruwvoer komt hiermee op  $(7250 \times 0,2)$   
 $/ 6,25 = 232 \text{ kg N}$ .

Klaver:

- N-binding door klaver wordt geschat op 73 kg N per ha, oftewel **84 kg N** per 10.000 kg melk.

Totale input in het bedrijf is dus **380 kg N**.



## Bijlage 3 Het ammoniakgat

---

In deze bijlage geven we kort weer hoe vanuit twee rapporten gerapporteerd wordt over 'het ammoniakgat'.

**Jaarsveld J.A. van, Bleeker, A., Hoogervorst, N.J.P. (2000) Evaluatie ammoniak emissiereducties met behulp van metingen en modelberekeningen. RIVM Rapport 722108025**

Ammoniakemissies worden in Nederland bepaald volgens een methode waarbij statistische gegevens over de veestapel worden gecombineerd met emissiefactoren per diersoort, staltype en gebruikte mestaanwendingstechniek. In de Milieubalans van 1997 is geconstateerd dat aldus verkregen ammoniakemissies in de periode 1990-1997 met 35 % dalen. In de gemeten concentraties van ammoniak in de buitenlucht wordt echter geen daling waargenomen. Dit rapport doet verslag van het onderzoek dat sindsdien is uitgevoerd om de verschillen in kaart te brengen en de oorzaken te verklaren. De gevolgde werkwijze bestaat uit een analyse van de diverse metingen, een nadere analyse van relevante atmosferische processen en daaruit volgend een betere modelbeschrijving en tenslotte - uit de combinatie van metingen en modelberekeningen - een analyse van hoe het gat tussen metingen en emissies kan worden gesloten. Het hier toegepaste en verbeterde model is het OPS-model. De periode waarop het onderzoek zich heeft geconcentreerd is 1993-1997, omdat voor deze periode een consistente set metingen beschikbaar was. In de beschouwde periode waren de jaren 1995, 1996 en 1997 betrekkelijk droge jaren met relatief lage windsnelheden t.o.v. 1993. Hierdoor was de concentratie van ammoniak relatief hoog. Dit gecombineerd met een verminderde omzetting onder invloed van dalende SO<sub>2</sub> concentraties zorgt ervoor dat, ondanks een constant niveau van gemeten ammoniakconcentraties, in de periode tussen 1993 en 1997 zich toch een emissiedaling van 12% kan hebben voorgedaan. Op basis van de verspreidingseigenschappen van verschillende emissiesoorten (stal, aanwending, kunstmest, buitenland en overig), de ruimtelijke verdeling over Nederland en de temporele verdeling over het jaar is geanalyseerd bij welke verandering van emissies de overeenstemming tussen metingen en modelberekeningen optimaal is. In alle gevallen blijkt dat verhoging van emissies van het type aanwending tot een betere overeenstemming leidt. De verhogingsfactoren die hier uit volgen liggen in het bereik van 2 tot 8, met een factor 3 als de meest waarschijnlijke. Een betere overeenstemming met metingen kan bij enkele van de uitgevoerde optimalisaties ook worden gevonden wanneer wordt verondersteld dat de droge depositiesnelheden in droge en warme situaties veel lager is dan tot nu toe aangenomen of zelfs negatief (emissie) is. Vooralsnog kan worden gesteld dat het ammoniakbeleid tot minder emissiereductie heeft geleid dan tot nu toe werd aangenomen. Uit de combinatie van metingen en modelberekeningen kan worden geconcludeerd dat in de periode 1993-1997 slechts 45-70% van de eerder berekende reductie heeft plaatsgevonden. Een verdere verklaring van nog resterende verschillen tussen metingen en berekeningen vereist nader onderzoek naar emissies van mest en met name van die van tengevolge van aanwending. In termen van de atmosferische processen bevat het droge depositieproces nog grote onzekerheden. Systematische monitoring van de droge depositiesnelheden voor dominante landgebruiksoorten (gras) zou daarvoor een oplossing bieden. Daarnaast zouden gerichte ammoniakconcentratiemetingen moeten worden uitgevoerd om de situatie in delen van Nederland beter in kaart te brengen.

Schröder, J.J., W.J. Corré (2000) Actualisering stikstof- en fosfaat-desk-studies. Plant Research International B.V., Wageningen

Zij verwijzen naar Erisman & Monteny (1999) die als mogelijke oorzaken van de overschatting van de berekende emissiereductie:

- 1 langere opslag
- 2 uitrijden bij hogere temp en lagere vochtigheid
- 3 toename emissie door gewassen (meer beschikbare ammonium-N in d bodem een lagere achtergrondconcentratie in de atmosfeer)
- 4 overschatting emissiereductie door emissiearme toedieningstechnieken in de modellen
- 5 overschatting emissiereductie door emissiearme toedieningstechnieken in de praktijk.