



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's

Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 139

Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos

**(Inventarisatie van de metingen op de
Waiboerhoeve in 1989-1991)**

ARCHIEF
Voorlichting



imag-dlo

P. P. H. Kant (PR)
M. C. Verboon (PR)
J. W. H. Huis in 't Veld (IMAG-DLO)

September 1992

Colofon

Uitgever:

Proefstation voor de Rundveehouderij,
Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR),
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad

Redactie:

Afdeling Voorlichting
van het PR.

Drukker:

Drukkerij de Boer
Lelystad

Niets uit dit rapport mag zonder overleg
met het Proefstation worden overgenomen

ISSN 0169-3689

Eerste druk 1992/oplage 500

De onderzoekcentra



Dit rapport is uitsluitend verkrijgbaar
door storting van f 25,- op Postbank
nr. 2307421 van het Proefstation PR,
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad met
vermelding: Rapport nr. 139.

Referaat

Ammoniak-emissiemetingen –
Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos
(PR-rapport 139)/P. P. H. Kant, M. C. Verboon,
J. W. H. Huis in 't Veld - Lelystad, 1992.
Inventarisatie van de metingen op de Waiboerhoeve in
1989-1991.
Trefw.: Ammoniakemissie, emissiebronnen,
Lindvalldoos, stallen, stalvloer, hellende vloer, spoelen,
coating, aanzuren.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)
Lelystad

Waiboer-
hoeve

Instituut voor
Mechanisatie,
Arbeid en
Gebouwen (IMAG)
Wageningen

AMMONIAKEMISSION-METINGEN MET DE LINDVALLDOOS
(Inventarisatie van de metingen op de Waiboerhoeve in 1989-1991)

Ammonia emission measurements with the Lindvall box

*(A report on the measurements carried out at
Waiboerhoeve Experimental Farm in 1989-1991)*

P.P.H. Kant
M.C. Verboon
J.W.H. Huis in 't Veld

VOORWOORD

Drie jaar ammoniakemissie-onderzoek met behulp van de Lindvalldoos is aan dit rapport vooraf gegaan. Alle metingen in dit rapport zijn uitgevoerd door J.W.H. Huis in 't Veld (IMAG-DLO). Ik wil hem daarvoor nog eens speciaal bedanken.

Dit rapport bevat voornamelijk oriënterende metingen met een uitgebreid verslag van de proefomstandigheden. Hopelijk kan dit rapport er toe bijdragen dat er meer uniformiteit ontstaat bij de uitvoering van Lindvalldoosmetingen.

P. Kant, september 1992.

SAMENVATTING

Op de proefboerderij "Waiboerhoeve" van het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) zijn in samenwerking met het IMAG-DLO ammoniakemissie-metingen met behulp van de Lindvalldoos verricht. Deze meetmethode is geschikt voor vergelijkend onderzoek, maar niet voor de bepaling van de totale emissie vanuit de stal. De meetresultaten geven een indicatie van de mogelijke emissiereductie van verschillende vloertypen.

Er zijn metingen verricht aan diverse emissiebronnen, zoals het mestoppervlak in de kelder, roostervloer en dichte vloer. Nieuwe vloersystemen met een snelle afvoer van de urine naar een gesloten opslag via de helling van de vloer en een giergoot zijn onderzocht. Tevens zijn de effecten van diverse behandelingen, zoals schuiven, spoelen, coaten en aanzuren op de ammoniak-emissie onderzocht.

SUMMARY

At Waiboerhoeve Experimental Farm of the Research Station for Cattle, Sheep and Horse Husbandry (PR), in cooperation with IMAG-DLO, ammonia emission measurements were performed using the Lindvall box. This measuring method is useful for performing comparative research though it is not suitable for establishing the total emission from the house. The measuring results provide an impression of the potential emission reduction performance from various types of floor.

Measurements were performed for various emission sources, such as the slurry surface in the slurry pit, the slatted floor and the solid floor. New floor systems with quick runoff of urine over the sloping floor and a drainage channel towards a closed storage were examined.

The effects of various treatments such as scraping, flushing, coating and slurry acidification on the ammonia emission were investigated.

INHOUDSOPGAVE	Blz.
1. INLEIDING	1
2. WERKWIJZE	4
3. KELDEREMISSIES	7
3.1 Uitgevoerde metingen	8
3.2 Resultaten	9
3.3 Conclusie	11
4. HELLENDE DICHT BETONVLOER MET GIERGOOT EN SPOELSCHUIF	13
4.1 Hellende dichte betonvloer	14
4.1.1 Uitgevoerde metingen	14
4.1.2 Resultaten	15
4.1.3 Conclusie	16
4.2 Hellende dichte betonvloer met coating	17
4.2.1 Uitgevoerde metingen	18
4.2.2 Resultaten	18
4.2.3 Conclusie	19
4.3 Hellende dichte betonvloer; handmatig bevuild	20
4.3.1 Uitgevoerde metingen	20
4.3.2 Resultaten	21
4.3.3 Conclusie	22
4.4 Hellende dichte betonvloer met giergoot en spoelen	23
4.4.1 Uitgevoerde metingen	23
4.4.2 Resultaten	24
4.4.3 Conclusie	25
4.5 Hellende dichte gecoate vloer met spoelschuif	27
4.5.1 Uitgevoerde metingen	27
4.5.2 Resultaten	27
4.5.3 Conclusie	29

5. ROOSTERVLOER MET HELLENDE SCHIJNVLOER, GIERGOOT EN MEST- SCHUIF	30
5.1 Uitgevoerde metingen	30
5.2 Resultaten	30
5.3 Conclusie	31
6. GANGBARE STALSYSTEMEN	33
6.1 Vlakke dichte vloer met mestschuif	33
6.1.1 Uitgevoerde metingen	33
6.1.2 Resultaten	33
6.2 Roostervloer met mestkelder	35
6.2.1 Uitgevoerde metingen	35
6.2.2 Resultaten	35
6.2.3 Conclusie	36
7. CONCLUSIE	38
8. AANBEVELINGEN	39
LITERATUUR	41
BIJLAGEN	44

1. INLEIDING

Ammoniak (NH_3) komt bij de veehouderij vrij uit stallen, bij de opslag van mest, gedurende het weiden van vee, bij het aanwenden van mest en bij mestbe- en verwerking. Het beleid in Nederland is gericht op een reductie van de ammoniak-emissie in 2000 met 70 % ten opzichte van 1980 (LNV/VROM, 1989).

Op de proefboerderij "Waiboerhoeve" van het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) vinden met verschillende stalsystemen onderzoeken en ontwikkelingen plaats ten behoeve van emissie-arme huisvestingssystemen voor de rundveehouderij. Er is meer kennis nodig over de diverse emissiebronnen in de stal. De vraag is waar de emissie optreedt en in welke mate iedere bron bijdraagt (Oosthoek en Verboon, 1990).

In rundveemest wordt ammoniak gevormd. De belangrijkste bron hiervan is ureum uit de urine. Direct na lozing op de stalvloer begint de enzymatische afbraak van ureum. Tegelijk, maar veel langzamer, wordt ammoniak gevormd uit andere N-verbindingen, die in de vaste uitwerpselen en het strooisel voorkomen (Kant en Verboon, 1991).

Sinds 1989 zijn op de Waiboerhoeve in samenwerking met IMAG-DLO een aantal ammoniakemissie-metingen met behulp van de Lindvalldoos verricht op diverse emissiebronnen. Al deze metingen worden in dit rapport overzien.

Ten aanzien van alle gemeten bronnen geldt dat ze moeilijk zijn te definiëren. Invloed op de meetresultaten hebben:

- Mate van vervuiling

De bedekking van een vloer-deel met faeces en/of urine is zeer wisselend. Deze is afhankelijk van het tijdstip op de dag en/of de activiteit van de dieren en is moeilijk objectief vast te leggen.

In het algemeen wordt door het gebruik van een mestschuif de mate van vervuiling en de ouderdom van de urineplekken gestandaardiseerd. Door de schuifwerking wordt de op de vloer aanwezige faeces en urine met elkaar vermengd. Van dit mengsel blijft na het schuiven een dun laagje achter op de vloer.

In enkele gevallen zijn monsters mengmest van de stalvloer of uit de mestkelder genomen en geanalyseerd op droge stof en ammoniumstikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$).

Er is gebleken dat de omzetting van ureum naar ammoniak op de stalvloer na circa een half uur de maximale omzettingssnelheid kan bereiken.

- Luchtvochtigheid en -temperatuur tijdens de meting

Bij hogere temperaturen verlopen microbiologische en fysische processen sneller. De meest directe invloed van de temperatuur doet zich gelden in de grenslaag tussen mest en lucht of bevulde vloer en lucht. Onderzoek heeft aangetoond dat door een temperatuurstijging van 9,5 °C naar 19,0 °C de emissie 50 % wordt verhoogd. Dit onderstreept de invloed van de temperatuur. In rundveestallen is tijdens de stalperiode de temperatuur relatief laag (Oosthoek en Voorburg, 1992). In het algemeen is de temperatuur in de stal iets hoger dan de buitentemperatuur. Bij de berekening van de ventilatiecapaciteit van een melkveestal wordt uitgegaan van een geaccepteerd temperatuurverschil tussen stal- en buitenlucht van 5 °C (IKC, 1992).

Zowel de gegevens van de stallucht als ook van de buitenlucht zijn tijdens de metingen van belang. Door de Lindvalldoos wordt namelijk geen stallucht, maar buitenlucht gevoerd.

De relatieve vochtigheid en de temperatuur van de stal- en buitenlucht zijn tijdens de metingen bijgehouden. Deze worden in de bijlagen vermeld.

- Ammonium- en ammoniakconcentratie in faeces en urine

De produktie van urine schommelt bij rundvee tussen 6 - 40 liter/dag met een gemiddelde van 14 liter. Behalve soort, ouderdom en gewicht van de dieren zijn van invloed de aard van het voedsel, de als drinkwater opgenomen hoeveelheid vocht, de vochtscheiding in de melk, in het darmkanaal (faeces) en bij ademhaling en transpiratie (Kolenbrander en de la Lande Cremer, 1967). De aard van de door het dier uitgescheiden stikstofverbindingen wordt bepaald door de samenstelling van het rantsoen, het verteringsproces in het dier en de produktiviteit van het dier (Groot Koerkamp et al., 1990). Volgens Coppoolse et al. (1990) kan de stikstofuitscheiding door melkvee met 25 tot 30 % verminderd worden door het vervangen van een deel van het weidegras door koolhydraatrijke en eiwitarme voeders en het verlagen van de stikstofbemesting op grasland. Bij

jongvee lijkt een vermindering van de stikstofuitscheiding van 10 à 15 % haalbaar. Verlaging van het eiwitgehalte van het voer heeft tot gevolg dat het ureumgehalte van de mest wordt verlaagd (Oosthoek en Voorburg, 1992).

Op Melkvee-2 en -5 wordt grassilage, op de overige bedrijven gras- en snijmaïssilage als ruwvoer verstrekt. De voorkeur gaat uit naar eiwitrijke grassilage als ruwvoer, wanneer verschillen aangetoond dienen te worden in bijvoorbeeld vloerafwerkingen. De niveauverschillen zijn dan groter.

De metingen op de Waiboerhoeve zijn uitgevoerd met melkgevende dieren, droge gaste dieren en pinken.

- Tijdsduur van de metingen

De meting wordt pas afgebroken als de emissie na circa 25 minuten een constant verloop heeft gekregen. Dit kan zijn als de emissie op hetzelfde niveau blijft of volgens een lijn/kromme daalt. In het geval van stijgende emissies wordt de meting voortgezet.

De metingen, die in dit rapport beschreven zijn, duurden 25 - 40 minuten. Het verlengen van deze meettijd betekent dat de emissiebron kan worden uitgeput, omdat het vloerdeel tijdens de meting niet voor koeien toegankelijk is. Hierdoor wordt de regelmatige aanvoer van verse urine verstoord.

2. WERKWIJZE

De ammoniakemissie-metingen in dit onderzoek zijn verricht in samenwerking met IMAG-DLO en uitgevoerd met de zogenaamde Lindvalldoos gekoppeld aan een ammoniakmonitor. Hiermee is het mogelijk om de ammoniakafgifte van verschillende bronnen onder vergelijkbare omstandigheden te meten. Deze methode is geschikt voor vergelijkend onderzoek, maar niet voor bepaling van de totale emissie vanuit de stal (Snel en Kroodsmā, 1989).

De Lindvalldoos is een bemonsteringsapparaat met de afmetingen : 1,5 x 1,0 x 0,4 m. De Lindvalldoos is aan de onderzijde open en aan de voor- en achterzijde voorzien van toelopende luchtkanalen met regelbare ventilatoren (zie figuur 1). De ventilatoren zijn zo afgesteld, dat er geen over- of onderdruk in de doos veroorzaakt wordt (Kroodsmā en Huis in 't Veld, 1989).

Figuur 1 Lindvalldoos



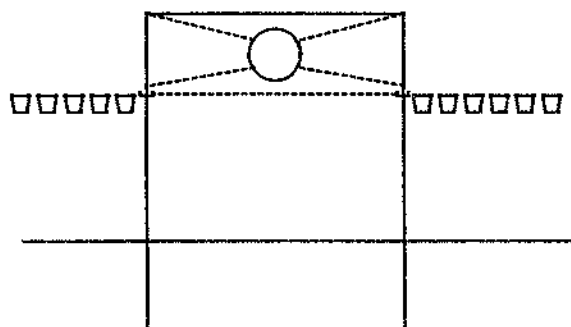
De ammoniakemissie van een bron wordt bepaald door middel van een verschil-meting. De ammoniakconcentratie van de ingaande en uitgaande lucht van de Lindvalldoos wordt gelijktijdig gemeten. Het verschil is de vervluchtigde ammoniak vanuit de bron. Dit wordt omgerekend naar $\text{mg NH}_3/\text{m}^2/\text{uur}$.

Bij de metingen in de mestkelder is gebruik gemaakt van een aluminium bak als tussenstuk, waarvan de onder- en bovenkant open zijn. Deze bak is in de drijfmest geplaatst (zie figuur 2). Vier handvatten die bovenaan de bak zijn bevestigd, rusten

op de roosters. Boven op de bak bevindt zich een waterslot, waar vervolgens de Lindvalldoos op wordt geplaatst. De bak heeft als afmetingen : 1,5 x 1,0 x 0,8 m.

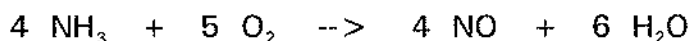
Het ventilatie-debiet van de Lindvalldoos bedraagt tijdens alle metingen 117 m³ / uur. De gemiddelde luchtsnelheid in de doos bedraagt tijdens metingen op de dichte betonvloer 0,08 m/s (Kroodsmā en Huis in 't Veld, 1989). Tijdens metingen aan het mestoppervlak in de mestkelder is de gemiddelde luchtsnelheid lager. Doordat het mestniveau zich 30 tot 70 cm onder de Lindvalldoos bevindt, wordt de inhoud van de Lindvalldoos groter, terwijl het ventilatie-debiet gelijk wordt gehouden.

Figuur 2 Lindvalldoos met verlengstuk

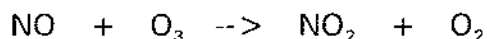


Werkingsprincipe ammoniak-emissie-meetapparatuur

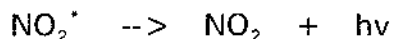
De te bemonsteren lucht uit de Lindvalldoos wordt door een converter geleid. In deze converter wordt onder hoge temperatuur (> 750 °C) de in de aangezogen lucht aanwezige ammoniak (NH₃) omgezet in stikstofmonoxide (NO) volgens de reactie:



De gebruikte NO_x-monitor werkt volgens het chemoluminescentie-principe. In deze monitor wordt het verkregen NO-gas met behulp van ozon (O₃) omgezet naar stikstofdioxide (NO₂).



Bij deze reactie komt straling vrij. De NO₂-gasstroom, die hierbij ontstaat is namelijk geïoniseerd (NO₂⁺). Bij terugval naar de energetische neutrale toestand wordt een fotonenstroom (= licht) uitgezonden, die met behulp van een lichtgevoelige cel meetbaar is.



De grootte van de fotonenstroom (hν) is maat voor de NH₃-concentratie in de lucht (Scholtens, 1984).

Huis in 't Veld et al. (1992) geven meer achtergronden van de Lindvalldoosconstructie en de meetmethode.

Alle Lindvalldoosmetingen uitgevoerd op de Waiboerhoeve in de jaren 1989 tot en met 1991 worden in dit rapport overzien. Om het vergelijken van de meetresultaten te vergemakkelijken zijn in de afbeeldingen de schaalverdelingen zoveel mogelijk gelijk gehouden. Alleen bij de resultaten van de emissiemetingen van de mestkelder en bij het handmatig bevuilen van een hellende vloer is voor de duidelijkheid een andere schaalverdeling toegepast (in figuur 4 en 5; 12 en 13). Hierdoor zijn de verschillen in de resultaten beter zichtbaar.

3. KELDEREMISSIES

Bij het aanzuren van dunne rundermest gaat het om het verminderen van de ammoniakemissie vanuit de mestkelder, de mestsilo en bij aanwending. De emissie vanaf de roostervloer wordt niet aangepakt. De vuile roostervloer veroorzaakt ongeveer 60 % en het mestoppervlak in de kelder ongeveer 40 % van de totale stalemissie (Kroodsmas en Huis in 't Veld, 1989). Een goed functionerend aanzuringssysteem kan daardoor maximaal circa 40 % reductie in de stal bereiken. De zuurgraad van de mest wordt verlaagd tot pH 4,5 door salpeterzuur (HNO_3) toe te voegen. Hierdoor wordt het evenwicht van ammonium en ammoniak sterk naar links verschoven. Er ontstaat meer van het niet vluchtige ammonium (NH_4^+).



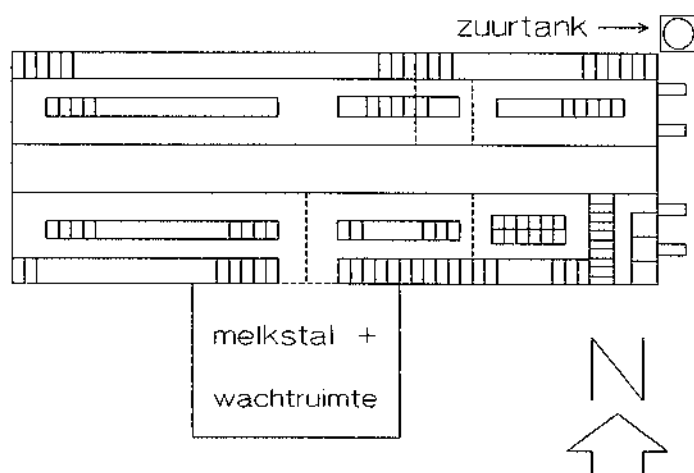
Ook in het buitenland wordt er onderzoek verricht naar het reducerend effect van pH-verlaging van de mest op de ammoniakemissie. Behalve salpeterzuur (Isensee et al., 1981) wordt daarvoor ook zwavelzuur (H_2SO_4) gebruikt (Pain et al., 1987; Stevens et al., 1989; Frost et al., 1990).

Op de Waiboerhoeve is 20 februari 1990 begonnen met aanzuren van dunne rundermest in de kelder op Melkvee-3. In twee dagen is toen circa 150 m³ dunne rundermest aangezuurd tot een pH van 4,5 en daarna dagelijks op peil gehouden. Het salpeterzuur wordt toegevoegd tijdens het mengen van de mest. De mixer(s) draaien één uur per dag. Tijdens het mixen wordt de pH gemeten. Er wordt zuur toegevoegd, indien de pH hoger is dan 4,5. Per m³ drijfmest wordt 30 tot 40 liter zuur toegevoegd (van Lent, 1991).

In figuur 3 is een plattegrond weergegeven van Melkvee-3. Aan de noordkant van de voergang wordt de mest in de drie aanwezige mestkanalen aangezuurd. Aan de zuidkant van de voergang wordt de mest niet behandeld. Aan deze zijde worden voederproeven met een deel van het melkvee gedaan. In het oostelijke deel van de stal wordt aan beide zijden jongvee gehuisvest. Aan de onbehandelde kant is dit het jongste vee. Daarnaast komt in deze mestkelder ook het spoel- en reinigingswa-

ter vanuit de melkstal terecht. De wachtruimte wordt één keer per dag schoongespoten. De mest aan de onbehandelde kant is steeds een dag voor de metingen gemengd om te grote pleksgewijze verschillen op te heffen. Het normale rantsoen bestaat uit gras- en maïssilage.

Figuur 3 Plattegrond Melkvee-3



3.1 Uitgevoerde metingen

In verband met het aanzuuronderzoek op Melkvee-3 is tijdens drie meetdagen de ammoniakemissie vanuit de mestkelder gemeten. Er heeft steeds een vergelijking plaats gevonden tussen aangezuurde mest en onbehandelde mest, voor en na mengen van de mest. Deze vier varianten zijn elk één keer binnen dezelfde dag gemeten. Op de meetdag was het niet zeker of na het mixen de mest van dezelfde diergroep onder de Lindvalldoos was.

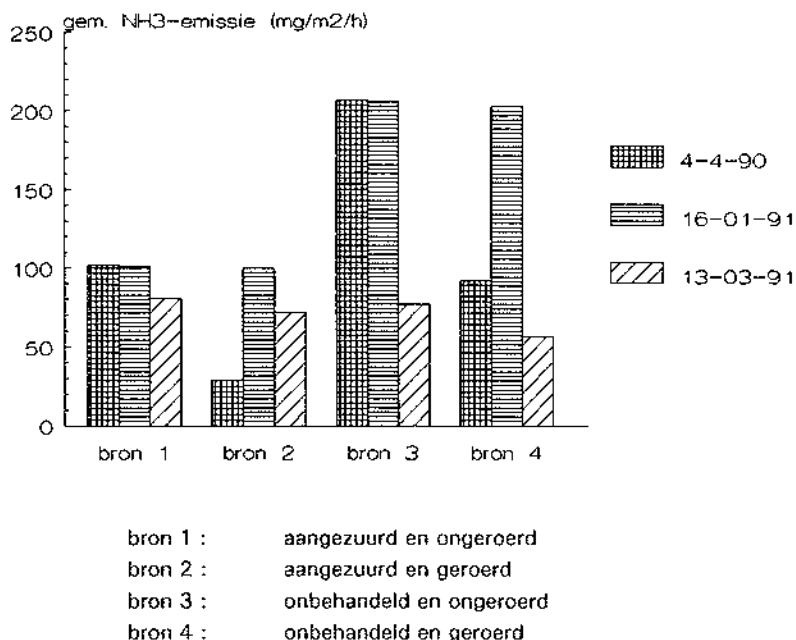
Het droge-stofgehalte van de aangezuurde en onbehandelde mest is op twee meetdagen bepaald.

Om de kelderemissie te kunnen meten werd een roosterelement verwijderd. Het aluminium tussenstuk werd in het gat gehangen. Op de bak werd vervolgens de Lindvalldoos geplaatst (zie hoofdstuk 2). Iedere bron werd gedurende circa 35 minuten gemeten.

3.2 Resultaten

In figuur 4 staan de resultaten van de emissiemetingen. De schaal op de y-as is aangepast aan de gemeten waarden. Een overzicht van deze ammoniakemissies en de meetomstandigheden (temperatuur ingaande lucht ofwel buitentemperatuur (T_{in}) en temperatuur uitgaande lucht ofwel staltemperatuur (T_{uit}), relatieve vochtigheid ingaande lucht ofwel buitenlucht (RV_{in}) en relatieve vochtigheid uitgaande lucht ofwel stallucht (RV_{uit})) is in tabel 1 van de bijlagen weergegeven.

Figuur 4 Kelder-emissie Melkvee-3



Resultaten : 4-4-90 :

- aangezuurd < onbehandeld

- na mixen : aangezuurd < onbehandeld

16-1-91 :

- aangezuurd < onbehandeld

- na mixen aangezuurd < onbehandeld

13-03-91 :

- aangezuurd = onbehandeld
- na mixen aangezuurd = > onbehandeld

Het mestniveau in de beide kelders was tijdens de verschillende meetdagen niet hetzelfde. In tabel 1 staat het mestniveau gegeven gemeten vanaf de bovenkant van de roosters (= onderkant Lindvalldoos) tot het mestoppervlak.

Tabel 1 Mestniveau in de kelder tijdens de meetdagen

Datum	Afstand tot mestniveau kelder (cm) ¹	
	onbehandeld	aangezuurd
4-4-90	30 cm	48 cm
16-1-91	58 cm	70 cm
13-3-91	67 cm	30 cm

¹ : gemeten vanaf de bovenkant van de roosters tot het mestoppervlak

Het mestniveau van de aangezuurde en de onbehandelde mest was steeds verschillend tijdens de metingen. Hierdoor verschilt ook de luchtsnelheid over het mestoppervlak tussen de metingen. De totale hoeveelheid ingevoerde lucht in de Lindvalldoos was steeds gelijk. Tijdens de laatste meetdag (13-3-91) was het verschil in mestniveau tussen de aangezuurde en onbehandelde kant het grootst namelijk 37 cm.

Het is onbekend wat de invloed van het mestniveau is op het emissieniveau. IMAG-DLO verwacht dat de invloed gering is, doch nader onderzoek zal dit nog moeten bevestigen.

In tabel 2 staat de samenstelling van de onbehandelde en de aangezuurde mest weergegeven. Het droge-stofgehalte van de onbehandelde mest is duidelijk lager als gevolg van het toevoegen van het spoelwater.

Tabel 2 Droge stof-, ammonium- en nitraatgehalte van de mest gedurende de meetdagen

Datum		Droge-stofgehalte (%)	NH ₄ -N (g/kg)	NO ₃ -N (mg/l)
4-4-90	aangezuurde mest	10,4	1,66	1460
	onbehandelde mest	7,7	1,73	25
16-1-91	aangezuurde mest	10,0	2,00	3690
	onbehandelde mest	8,3	1,74	14

Op 16-01-91 is voor de meting van de onbehandelde en ongeroerde mest de aluminium bak in de kelder gevallen, waardoor het mestoppervlak werd verstoord. Hierdoor kan de toplaag, bestaande uit verse mest en urine, door de mest gemengd zijn.

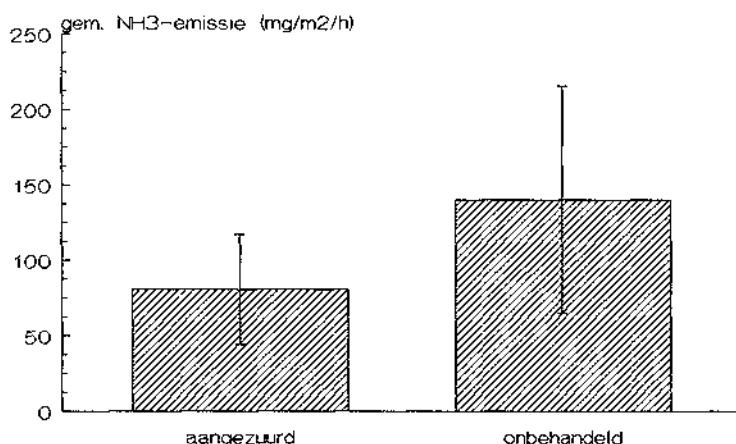
Op 13-03-91 was de ammoniakemissie vanuit de kelder met aangezuurde mest ongeveer gelijk aan de emissie vanuit de kelder met onbehandelde mest. De andere twee meetdagen was er echter een duidelijk verschil te zien. Mogelijke oorzaken kunnen zijn :

1. de kelder met onbehandelde mest was enkele dagen voor de metingen te ver leeg gereden om Lindvalldoosmetingen te kunnen verrichten. Daarom is er oude onbehandelde mest met een laag droge-stofgehalte uit de silo terug in de kelder gepompt.
2. proef met 7 x daags melken. Hierdoor is extra veel spoelwater bij de normale mest terecht gekomen, waardoor verdunning van de mest opgetreden is.

3.3 Conclusie

In figuur 5 zijn alle metingen, die weergegeven zijn in figuur 4, in twee groepen behandelingen verdeeld, namelijk aangezuurd en onbehandeld, en gemiddeld. De metingen voor en na mixen op de verschillende data zijn dus samen gevoegd. De lijn, die door de gearceerde balk loopt, geeft de grootte van het verschil weer tussen de twee uiterste meetresultaten.

Figuur 5 Gemiddelde kelderemissie Melkvee-3



Uit de gemiddelde meetresultaten blijkt dat aanzuren de kelderemissie tot ongeveer de helft reduceert. Echter de onbehandelde mest heeft een lager droge-stofgehalte waardoor een verdunningseffect optreedt. Door het toevoegen van water wordt de ammonium- en ammoniakconcentratie in de mest en daardoor de ammoniakemissie verlaagd.

Volgens Monteny et al. (1992) vermindert de stalemissie met 30 - 40 % als gevolg van het aanzuren van de mest in de kelder. Dit betekent dat de kelder-emissie nagenoeg wordt geëlimineerd.

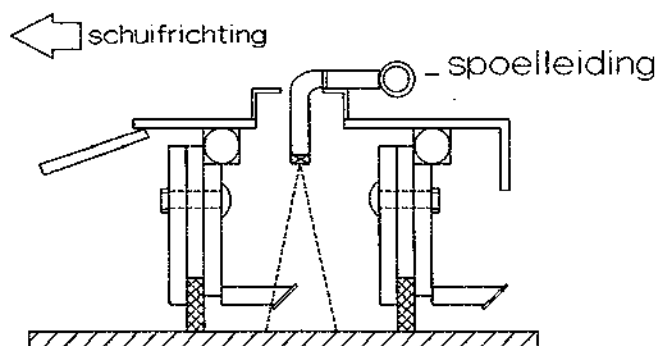
Het is niet duidelijk welk effect het mixen van de mest (daags voor de metingen en tussen de metingen) heeft op de ammoniakemissie vanuit de kelder.

Echter beide bronnen zijn verschillend van samenstelling. Aan de onbehandelde zijde komt namelijk al het spoelwater van het bedrijf bij de mest in de kelder en worden er voederproeven met het melkvee aan deze stalzijde uitgevoerd.

4. HELLENDE DICHTE BETONVLOER MET GIERGOOT EN SPOELSCHUIF

Op Afdeling-5 is in 1989 een hellende dichte betonvloer aangelegd (november 1989 gereed). Door een helling van 3 % naar de in het midden van de mestgang gelegen giergoot wordt de gier zo snel mogelijk na de uitscheiding door het dier van de vloer verwijderd en in een gesloten opslag bewaard (Donker, 1990). Ieder uur schuift een spoelschuif de vaste mestdelen in de afstort. Hierdoor kan de vaste mest de afvoer van de gier naar de giergoot zo min mogelijk belemmeren. De spoelschuif bestaat uit twee achter elkaar werkende kantelschuiven, waartussen een spoelleiding is gemonteerd. De spoelschuif kan ook werken zonder te spoelen. Aan de mestschuif zit een klepel, die bij elke werkgang de giergoot reinigt. Op de giergoot zijn slijtstrippen gemaakt, waarover de ketting van de mestschuif sleept. De ketting sluit de giergoot voor een deel af, zodat er zo min mogelijk mest in kan vallen. De urine kan tussen de schakels van de ketting door in de giergoot stromen. In figuur 6 is de spoelschuif schematisch weergegeven.

Figuur 6 Dwarsdoorsnede van de spoelschuif



4.1 Hellende dichte betonvloer

4.1.1 Uitgevoerde metingen

De eerste metingen hebben plaatsgevonden in maart 1990. De vloer was toen drie maanden in gebruik.

Er is steeds gebruik gemaakt van een plateau, waarvan de zijanten volledig aansluiten bij het profiel van de vloer door middel van schuimrubber. De bovenzijde van het plateau staat waterpas en heeft een uitsparing met een waterslot ten behoeve van de Lindvalldoos. Het plateau met daarop de Lindvalldoos is steeds dwars over de giergoot geplaatst. Dat wil zeggen dat steeds een stuk van de giergoot van een lengte van 1,0 m. werd meegemeten. De giergoot is steeds meegemeten, omdat dit een essentieel onderdeel vormt van het hellende vloersysteem. De giergoot is aan beide zijde van de Lindvalldoos afgedicht door de giergoot te vullen met voden.

De metingen zijn gedaan in twee opeenvolgende stalperioden, 1989-90 en 1990-91. In de stalperiode 1989-90 zijn gedurende twee opeenvolgende dagen (7-3-90/8-3-90) in totaal vijf metingen (2 objecten/dag + 1 herhaling) gedaan op vuile en geschoven vloeren met melkkoeien.

In de stalperiode 1990-91 zijn deze varianten opnieuw gedurende twee dagen gemeten. In deze stalperiode waren er onvoldoende melkkoeien beschikbaar. Op de dichte hellende vloer waren guste droge dieren gehuisvest. Deze koeien werden echter eiwitrijk gevoerd met graskuil en weinig stro. Hierdoor is het N-gehalte in de urine (ureum) hoog, waardoor er meer ammoniak gevormd kan worden. Een hogere ammoniakemissie is wenselijk, om verschillen tussen de systemen of behandelingen aan te tonen. Vanaf september hebben er gedurende de gehele stalperiode dieren op de dichte hellende vloer gelopen.

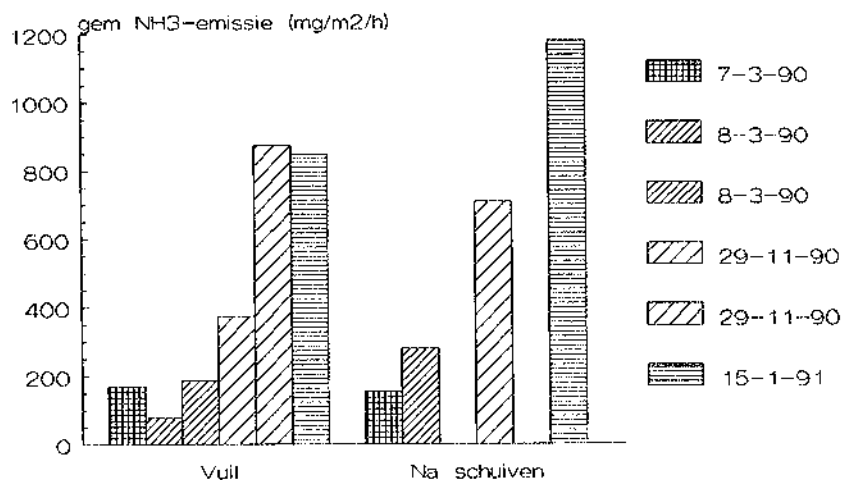
Voor de meting van 29-11-90 is de helft van het aantal dieren in de aangrenzende wachtruimte gedreven, zodat tijdens de metingen de veedichtheid op het resterende vloeroppervlak niet is verdubbeld. Echter de dieren mesten/urineren onregelmatig over de dag, zodat het moeilijk werd een vuile vloer te verkrijgen. De guste droge koeien urineren daarnaast ook minder vaak dan melkkoeien. Op 15-1-91 zijn geen

dieren naar de aangrenzende ruimte overgebracht, waardoor tijdens de meting de veedichtheid op het resterende vloerdeel wel werd verhoogd.

4.1.2 Resultaten

Tijdens de eerste meting op 29-11-90 werd na 1,5 uur nog geen constante of dalende concentratie gemeten en is toen afgebroken. Deze meting is niet in dit overzicht opgenomen. Als mogelijke oorzaak wordt vermeld dat de ammoniakmonitor en/of de converters wellicht nog niet op de juiste temperatuur waren. Een overzicht van de metingen op de hellende dichte vloer is weergegeven in figuur 7. Op 8-3-90 en 29-11-90 hebben twee metingen plaatsgevonden op de vuile vloer (1 herhaling) en slechts één meting op de geschoven vloer (zie figuur 7). De meetresultaten en de meetomstandigheden staan vermeld in tabel 2 en 3 in de bijlagen.

Figuur 7 Dichte hellende betonvloer met giergoot



Resultaten : 7-3-90 / 8-3-90 / 29-11-90 / 15-1-91 :

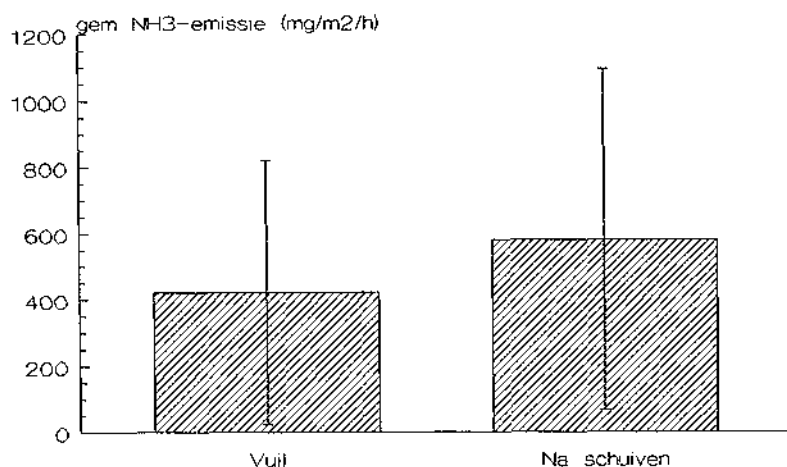
- voorjaar 1990 < < stalperiode 1990-91
- vuil < na schuiven

Uit figuur 7 is af te leiden dat de emissies in de tijd sterk varieerden. Opvallend is het verschil in niveau tussen de metingen van voorjaar 1990 en die van stalperiode 1990-91. De temperatuur was tijdens de metingen in de stalperiode 1990-91 lager dan in het voorjaar van 1990. Het staldeel was tijdens de eerste metingen bezet met melkgevendende dieren. Tijdens de overige metingen waren dit steeds guste of droge koeien. Men zou op grond hiervan dus lagere emissies verwachten. Echter het eiwitrijke rantsoen kan dit grote niveauverschil veroorzaken. Ook de ouderdom van de vloeren kan invloed hebben.

4.1.3 Conclusie

Alle metingen (die weergegeven zijn in figuur 7) zijn per behandeling, namelijk vuil en na schuiven, gemiddeld, waardoor het effect van schuiven duidelijker zichtbaar wordt. Het resultaat is weergegeven in figuur 8. Het gemiddelde van de vuile vloer is het resultaat van zes waarnemingen, het gemiddelde van de geschoven vloer van vier waarnemingen. De lijn die door de kolommen heen loopt geeft de grootte van het verschil weer tussen de grootste en de kleinste gemeten waarde (binnen die meetgroep). Als gevolg van de verschillende diergroepen en rantsoenen is de spreiding van de meetresultaten groot.

Figuur 8 Gemiddelde emissie hellende betonvloer met giergoot



Direct na het schuiven is de ammoniakemissie gemiddeld hoger dan voor het schuiven (vuil).

4.2 Hellende dichte betonvloer met coating

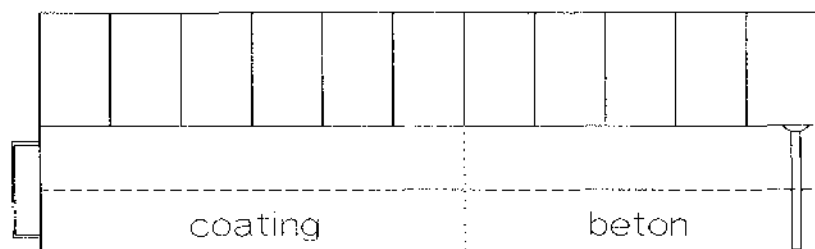
Om de ammoniakemissie vanaf de hellende vloer verder te reduceren is in augustus 1990 een epoxycoating aangebracht op een deel van de dichte hellende betonvloer. Hierdoor ontstonden twee proefvlakken :

1. hellende dichte betonvloer (5 ligboxen)
2. hellende dichte betonvloer met coating (6 ligboxen)

Een belangrijke eigenschap van deze coating is het afstoten van water. Hierdoor wordt het afvloeien van de urine naar de giergoot verbeterd. Om het uitglijden van koeien te voorkomen, is de vloer ingestrooid met kwartszand voor het coaten plaats vond (Kant, 1992). Coatings zijn goed bestand tegen chemische aantasting. De bescherming van coatings is echter beperkt op plaatsen waar mechanische beschadigingen zijn te verwachten. Coatings kunnen met een roller, een kwast of een spuit opgebracht worden. Door de geringe laagdikte dragen coatings weinig of niets bij tot de verhoging van de mechanische weerstand, dat wil zeggen de sterkte van de betonvloer (van Maanen, 1987).

In figuur 9 is de plattegrond van Afdeling-5 te zien. Aan de linkerkant van deze stal, waar de coating is aangebracht, bevindt zich de waterbak en de afstort naar de mestkelder. Het was niet merkbaar dat het loopgedrag van de dieren beïnvloed werd door de nieuwe vloerafwerking.

Figuur 9 Plattegrond dichte hellende vloer Afdeling-5



4.2.1 Uitgevoerde metingen

Er zijn op twee dagen in de stalperiode 1990-91 metingen verricht, waarbij de hellende dichte betonvloer werd vergeleken met dezelfde vloer voorzien van een coating. Deze gehele stalperiode hebben gaste (niet-melkgevende) dieren op de dichte hellende vloer gelopen.

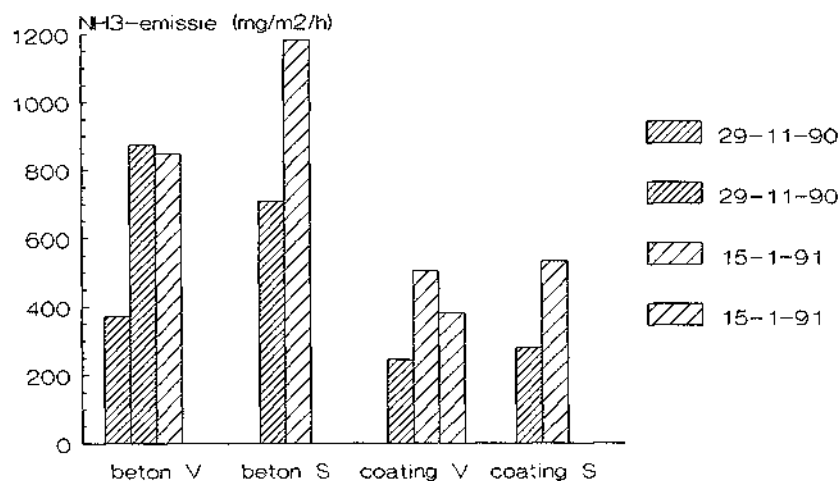
Op één meetdag werden steeds alle vier de varianten (met/zonder coating; voor/na schuiven) één keer doorgemeten. In verband met de resterende tijd is er vervolgens één meting herhaald. Het resultaat is dus vijf metingen per meetdag.

4.2.2 Resultaten

De resultaten van de vergelijkende metingen tussen de hellende betonvloer met en zonder coating staan in figuur 10 weergegeven. De meetresultaten en de omstandigheden waaronder gemeten is staan vermeld in de bijlagen in tabel 3.

V : vuil
S : schoon, na schuiven

Figuur 10 Dichte hellende betonvloer met/zonder coating



Resultaten : 29-11-90 / 15-1-91 :

- coating < beton
- vuil <= na schuiven

Op beide meetdagen was de gemeten NH_3 -emissie vanaf de gecoate hellende vloer ongeveer de helft van de niet-gecoate hellende vloer, zowel onder vuile omstandigheden (voor schuiven) als direct na het schuiven.

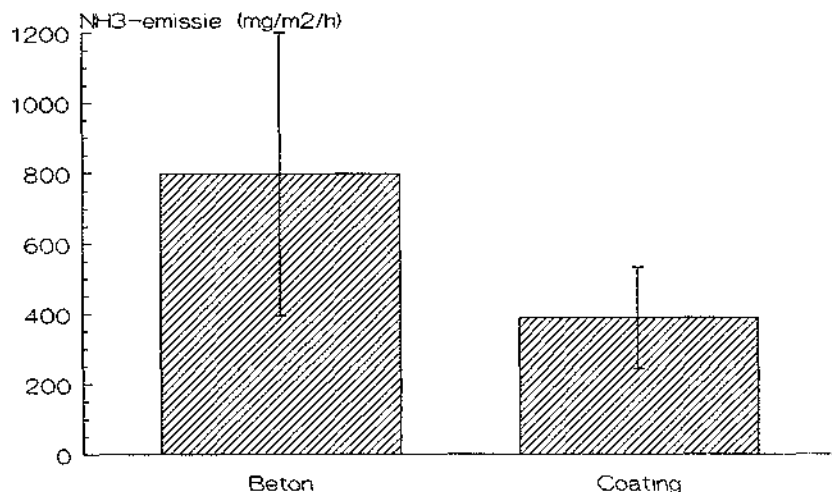
Om het reducerend effect van de coating te bewijzen is de hellende vloer op een later tijdstip (12-4-91) handmatig bevuild (zie paragraaf 4.3).

De resultaten op de betonvloer zonder coating (voor en na schuiven) zijn dezelfde als die in de vorige paragraaf gebruikt zijn. Ze dienen hier om het effect van de coating te kunnen aantonen.

4.2.3 Conclusie

In figuur 11 zijn alle metingen (weergegeven in figuur 10) ingedeeld naar vloerafwerking (beton of coating) en gemiddeld. De lijn die door de kolommen heen loopt geeft de grootte van het verschil weer tussen de grootste en de kleinste gemeten waarde (binnen die meetgroep). De metingen op de betonvloer liggen verder uiteen dan op de coating.

Figuur 11 Gemiddelde emissie hellende betonvloer met/zonder coating



Het aanbrengen van een coating op een hellende dichte vloer met giergoot reduceert de ammoniakemissie van deze vloer tot circa 50 %.

4.3 Hellende dichte betonvloer; handmatig bevuild

Om het reducerend effect van een coating op een hellende dichte vloer te bevestigen is besloten om de vloer handmatig te bevuilen. Hierdoor is de mate van bevuiling en de ouderdom van de urineplekken gestandaardiseerd.

4.3.1 Uitgevoerde metingen

Op de dag van de metingen (12-4-91) is 's ochtends circa 13 liter urine van melkgevende koeien opgevangen. Hier is vervolgens ongeveer 1/4 liter mest aan toegevoegd. Het geheel is gemixt en opgeslagen in een afgesloten jerrycan. Alle dieren werden vervolgens uit het staldeel met de dichte hellende vloer gehaald en de schuif werd in werking gesteld om de aanwezige vaste mest van de vloer te verwijderen.

Het is bekend dat de omzetting van ureum naar ammoniak op een stalvloer na een half uur de maximale omzettingssnelheid kan bereiken. Om deze reden werd circa 35 minuten voor iedere meting een stuk stalvloer ter grootte van de Lindvalldoos met behulp van een gieter met sproeikop besproeid met een bekende hoeveelheid urine/mest mengsel (minimaal gedoseerde hoeveelheid: 2 liter/1,5 m² mestgang). Het overtollige urine/mest-mengsel stroomde van de vloer af in de giergoot. Aangezien het te meten vloeroppervlak volledig werd besproeid en het overtollige mengsel steeds afvloeide naar de giergoot, mag verondersteld worden dat de gedoseerde hoeveelheid weinig invloed heeft gehad op de meting. Volgorde gemeten objecten en gebruikte dosering :

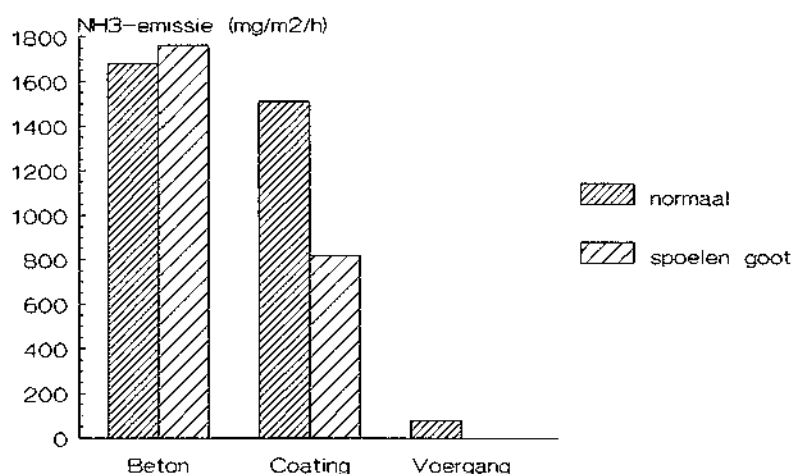
- | | | | |
|-------------|---|-----|---------------|
| 1. Beton | : | 2 | liter mengsel |
| 2. Coating | : | 2 | liter mengsel |
| 3. Coating | : | 4,5 | liter mengsel |
| 4. Beton | : | 2 | liter mengsel |
| 5. Voergang | : | 2,5 | liter mengsel |

Er is tevens een meting gedaan op de voergang. Hiervoor is de voergang eerst bevochtigd met gewoon water, totdat er plassen op de vloer bleven staan. Dit overtollige water is met behulp van een bezem verwijderd. De vochtige vloer is vervolgens met een hoeveelheid van het urine/mest-mengsel besproeid.

4.3.2 Resultaten

De resultaten van deze meetdag staan weergegeven in figuur 12. De schaal op de y-as is aangepast aan de gemeten waarden. Een overzicht van de meetresultaten en de omstandigheden staat vermeld in de bijlage (tabel 4).

Figuur 12 Hellende vloer; handmatig bevuild



Resultaten : **12-4-91 :**

- voergang < < mestgang
- coating < beton

Bij de eerste vergelijking was het emissieniveau van de betonvloer net zo hoog als van de vloer met coating. Dit is in tegenspraak met de resultaten van de eerdere metingen (zie paragraaf 2.2.3). Hiervoor is een verklaring gevonden in de meetomstandigheden. Tijdens de eerste meting op het gecoate deel werd naast de plaats, waar de meting aan de gang was, het volgende (gecoate) proefoppervlak bevuild met 4,5 liter mengsel. Door de hogere dosering stroomde er meer urine in de giergoot. De meting op de gecoate vloer gaf direct een hogere meetwaarde. Dit kon alleen veroorzaakt worden door de giergoot, ondanks dat deze geblokkeerd was met behulp van voden. Om dit te bewijzen is een hoeveelheid water (enkele liters) via een waterslang door de giergoot gespoeld. De meetwaarde daalde direct met

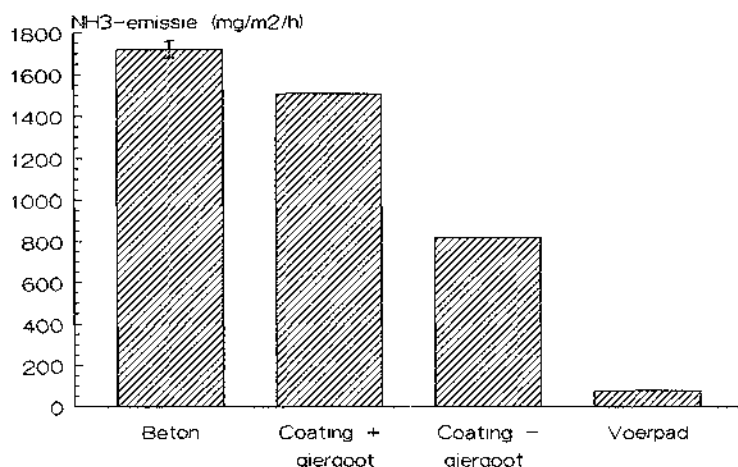
circa 15 %. Na een kwartier is deze behandeling herhaald en daalde de meetwaarde nog eens 15 %. Als gevolg van dit effect is besloten gedurende de daarop volgende metingen de giergoot continu te spoelen met water. De emissie bij de coating was tijdens de tweede meting hierdoor gehalveerd, terwijl bij de beton de emissie op hetzelfde niveau bleef als de eerste meting.

De afstort van de giergoot is alleen aan de zijde van de coating gelegen. Hierdoor stroomt er tijdens de meting op de coating urine door de giergoot onder de Lindvalldoos, wanneer ten behoeve van de volgende meting een stuk betonvloer handmatig wordt besproeid met urine. Deze urine in de giergoot beïnvloedde sterk het meetresultaat.

4.3.3 Conclusie

De metingen (weergegeven in figuur 12) zijn in vier groepen onderverdeeld, namelijk beton, coating met giergoot, coating zonder giergoot en voergang. De meetresultaten van beton zijn gemiddeld. Het resultaat is weergegeven in figuur 13. De lijn die door de kolom heen loopt geeft de grootte van het verschil weer tussen de grootste en de kleinste gemeten waarde (binnen die meetgroep).

Figuur 13 Gemiddelde emissie hellende vloer; handmatig bevuild



Omdat de giergoot zo'n duidelijk emissie-verhogend effect te weeg bracht zijn de meetresultaten op de coating gesplitst naar een meting met giergoot en één zonder giergoot.

Het reducerend effect van een coating is bij deze serie metingen aangetoond.

Dat het aandeel van de giergoot in de emissie groot kan zijn, is hier voor het eerst aangetoond. Er zijn echter meer metingen noodzakelijk, om meer duidelijkheid over het effect van de giergoot op de NH_3 -emissie te verkrijgen.

Op de voergang is te weinig urease aanwezig om het omzettingsproces van ureum naar ammoniak te versnellen. De urease, die via de mest aan de urine is toegevoegd, heeft blijkbaar weinig effect. Het experiment toont aan dat de ammoniak-emissie alleen goed op gang komt op "oude" ingewerkte vloerdelen.

Dit wordt bevestigd door onderzoek van Voorburg en Kroodsma (1992). Zij vonden wel ammoniakemissie nadat urine op een gebruikte schone stalvloer was gespreid, maar niet op een nieuwe stalvloer, die nog niet in contact was geweest met mest.

4.4 Hellende dichte betonvloer met giergoot en spoelen

De ammoniakemissie is recht evenredig met de ammoniakconcentratie in de urine (Oosthoek en Voorburg, 1992). Door het toevoegen van water wordt de ammoniakconcentratie in de mest verlaagd.

Om de emissie vanaf een betonvloer zonder afwerking te reduceren is de spoelschuif ontwikkeld. Het is de bedoeling om de vaste mest te verwijderen en tegelijkertijd met een minimaal waterverbruik de vloer te spoelen. Om dit te bereiken wordt tussen twee achter elkaar werkende schuifbladen gespoeld met behulp van een op de schuif gemonteerde spoelleiding. Door te spoelen in de schuif, kan er geen nevel in de stal ontstaan, waardoor de ligboxen en de dieren droog blijven. Bij het gebruik van een spoelsysteem met spoelleidingen aan weerszijden van de mestgang kan deze nevel wel ontstaan (Oosthoek, 1989).

4.4.1 Uitgevoerde metingen

In 1990 zijn oriënterende metingen uitgevoerd naar de combinatie van schuiven en spoelen. Naar aanleiding van deze metingen is de spoelschuif ontwikkeld.

De metingen zijn naar aanleiding van het waterverbruik in drie groepen ingedeeld: vuil, besproeid (weinig water) en gespoeld (veel water).

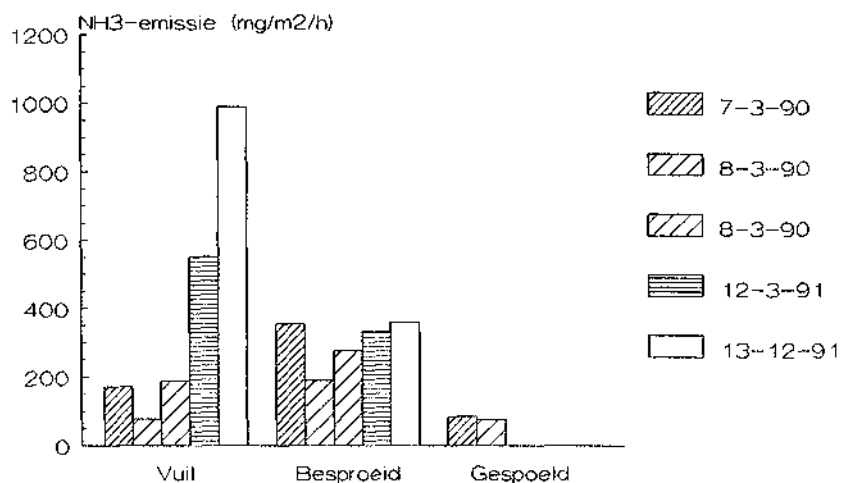
Gedurende de twee meetdagen in 1990 is er gesproeid met behulp van een rugspuit. De vloer werd besproeid en vervolgens door de schuif geveegd. In 1991 is de vloer in één werkgang door de spoelschuif besproeid en geveegd. Gespoeld werd er met een tuinslang totdat de vloer optisch schoon was (alle mestdelen verwijderd).

De spoelschuif werkte gedurende de periode voorafgaande aan de metingen van 12-3-91 niet zonder mankementen. Het gecombineerd schuiven en spoelen is gedurende een week met onregelmatige tussenpozen alleen overdag gebeurd. De rest van de tijd werd er alleen geschoven. De metingen van 13-12-91 zijn uitgevoerd na handmatig bevuilen van het vloeroppervlak met een urine-mestmengsel. Hierbij is dezelfde methode gevolgd als in paragraaf 4.3 reeds beschreven staat. De gebruikte dosering was steeds gelijk: 2,5 liter mengsel / 1,5 m² mestgang.

4.4.2 Resultaten

Het resultaat staat weergegeven in afbeelding 13. Een overzicht van de meetresultaten en de omstandigheden staat vermeld in de bijlage (tabel 2 en 5).

Figuur 14 Hellende dichte betonvloer met spoelen



Resultaten : 7-3-90 / 8-3-90 :

- vuil < sproeien m.b.v. rugspuit
(waterverbruik : ca. 0,25 l/m²)

- vuil > spoelen m.b.v. tuinslang
(waterverbruik : "hoog")

12-3-91 :

- vuil > sproeien m.b.v. spoelschuif (4 sproeidoppen)
(waterverbruik : ca. 0,15 l/m² (gemeten 1990))

13-12-91 :

- vuil > sproeien m.b.v. spoelschuif (10 sproeidoppen)
(waterverbruik : ca. 0,30 l/m² (gemeten 1991))

De spoelschuif heeft volgens de meetresultaten een duidelijk reducerend effect op de ammoniakemissie. Een hoog waterverbruik is mogelijk gunstig om de emissie te reduceren. Dit is af te leiden uit het verschil tussen de resultaten bij het gebruik van de rugspuit en de tuinslang.

Het spoelwaterverbruik van de spoelschuif tijdens de meetdagen is niet vastgesteld. Het waterverbruik is geschat op basis van meetresultaten uit 1990 en het aantal gemonteerde sproeidoppen.

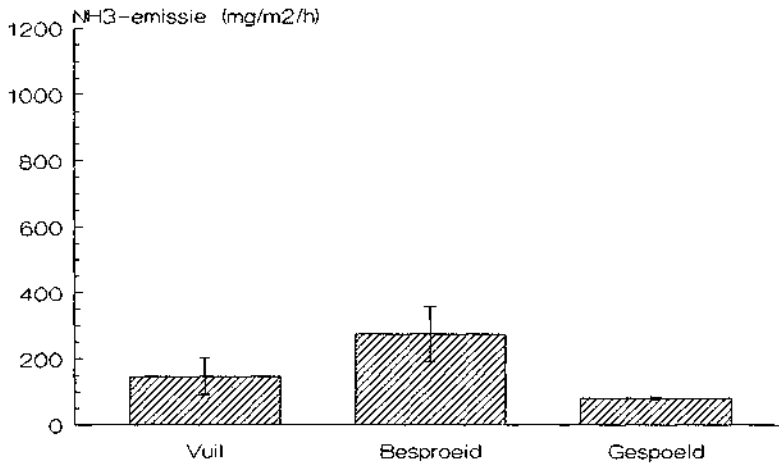
De meetresultaten van de vuile vloer (7-3-90 en 8-3-90) zijn dezelfde als uit paragraaf 4.1.2.

4.4.3 Conclusie

Er is een duidelijk verschil in het effect van sproeien (spoelen met weinig water) met behulp van de rugspuit en de spoelschuif. Om deze effecten duidelijker uit te laten komen zijn de meetresultaten van 1990 en 1991 in twee verschillende figuren samengevat.

De metingen van 1990 uit figuur 14 zijn gemiddeld en staan weergegeven in figuur 15. De lijn door de kolommen geeft de grootte van het verschil weer tussen de grootste en de kleinste gemeten waarde (binnen die meetgroep).

Figuur 15 Gemiddelde emissie hellende betonvloer met/zonder spoelen met behulp van rugsput en tuinslang

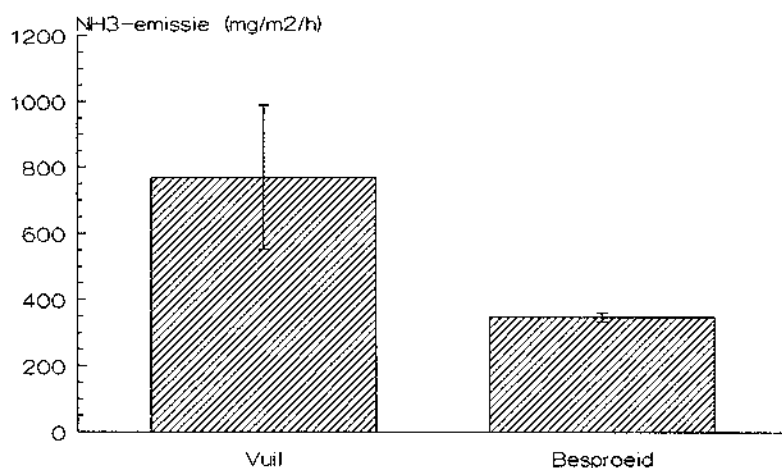


Grondig spoelen (met veel water) heeft een reducerend effect, terwijl sproeien met behulp van de rugsput (met weinig water) zelfs een emissie-verhogend effect heeft. De spreiding van de metingen bij grondig spoelen is zeer klein.

De metingen van 1991 uit figuur 14 zijn gemiddeld en staan weergegeven in figuur 16. De lijn door de kolommen geeft de grootte van het verschil weer tussen de grootste en de kleinste gemeten waarde (binnen die meetgroep).

Het spoelen met de spoelschuif heeft een duidelijk emissie-reducerend effect. De ammoniakemissie wordt er door gehalveerd. Echter de minimaal benodigde hoeveelheid water voor dit resultaat is nog onbekend.

Figuur 16 Gemiddelde emissie hellende betonvloer met/zonder spoelen met behulp van spoelschuif



4.5 Hellende dichte gecoate vloer met spoelschuif

Er is ook gekeken naar het effect van spoelen met een spoelschuif op een hellende betonvloer met een coating als vloerafwerking.

4.5.1 Uitgevoerde metingen

Op 12-3-91 en 13-12-91 zijn metingen uitgevoerd op de dichte hellende vloer met spoelschuif, zowel op de betonvloer zonder coating als op de betonvloer met coating. De metingen en de resultaten op de betonvloer (zonder coating) zijn in de vorige paragrafen besproken. In het staldeel met de hellende vloer waren droge guste koeien gehuisvest, welke goede kwaliteit graskuil en weinig stro als voer kregen.

Het waterverbruik kon niet exact vastgelegd worden, omdat de schuif niet zonder storingen heeft gefunctioneerd. Aangenomen wordt dat per keer circa 0,15 liter water per m² werd verbruikt.

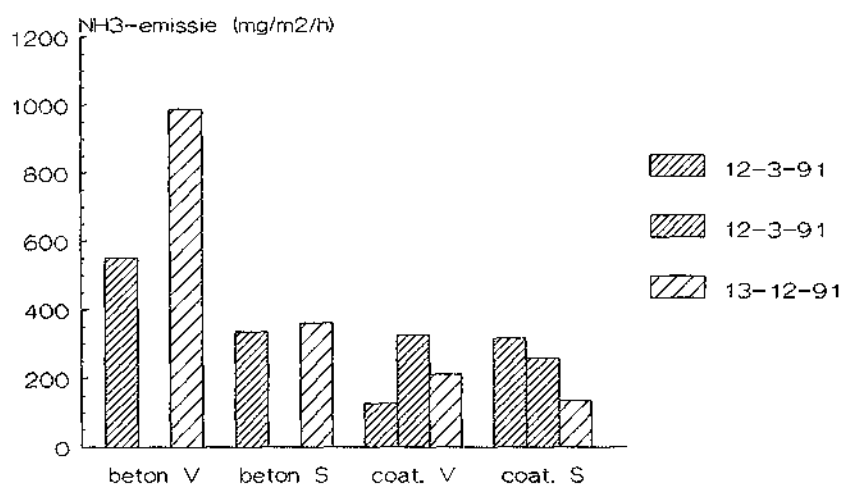
4.5.2 Resultaten

Het resultaat van de metingen staat weergegeven in figuur 17. Een overzicht van de meetresultaten en de omstandigheden staat vermeld in de bijlage (tabel 5).

Ter vergelijking zijn ook de metingen op de hellende betonvloer zonder coating van beide data (12-3-91 en 13-12-91) weergegeven.

Op het staldeel voorzien van coating zijn beide metingen, vuil (voor schuiven) en schoon (na schuiven en spoelen), op de eerste meetdag (12-3-91) een keer herhaald. Op de betonvloer (zonder coating) is slechts één keer gemeten. De tweede meetdag (13-12-91) zijn er geen herhalingen uitgevoerd.

Figuur 17 Hellende dichte vloer met/zonder coating in combinatie met spoelen



Resultaten : 12-3-91 / 13-12-91 :

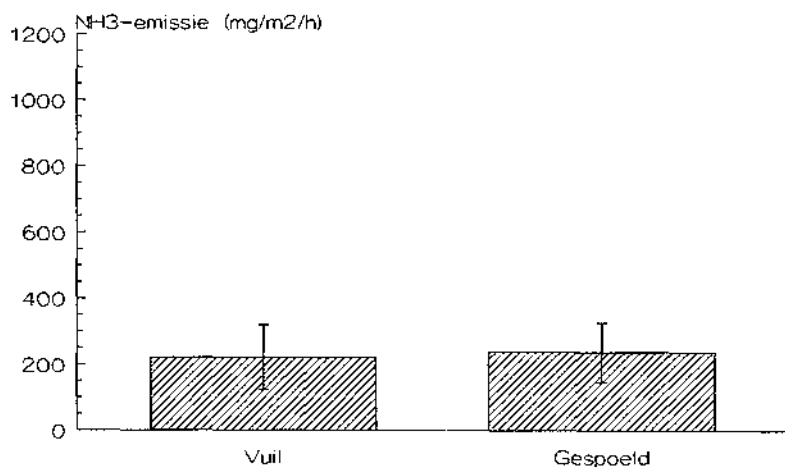
- beton na spoelen > coating vuil
- coating na spoelen = coating vuil

In figuur 17 is te zien dat de emissie vanaf een hellende betonvloer na spoelen op een iets hoger niveau ligt als vanaf een vuile betonvloer voorzien met een coating. Door het gebruik van de spoelschuif wordt het verschil in emissie tussen een betonvloer en een vloer voorzien van een coating kleiner.

4.5.3 Conclusie

De metingen uit figuur 17 zijn gemiddeld en staan weergegeven in figuur 18 met de grootte van het verschil tussen de grootste en de kleinste meetwaarde.

Figuur 18 Gemiddelde emissie hellende dichte vloer met coating in combinatie met spoelen



Spoelen met een spoelschuif heeft geen effect op een hellende vloer voorzien van een coating.

5. ROOSTERVLOER MET HELLENDE SCHIJNVLOER, GIERGOOT EN MESTSCHUIF

Op Afdeling-5 van de Waiboerhoeve is behalve een dichte hellende vloer ook een roostervloer met daaronder een schijnvloer met een helling van 6 % en een giergoot aangelegd. De schijnvloer is voorzien van een epoxy-troffelvloer en verzegeld met een epoxycoating. Ook hier wordt de mest regelmatig afgevoerd door een mestschuif, waarbij een klepel de giergoot reinigt. Over de roosters loopt een gangbare roosterschui (Donker, 1990).

5.1 Uitgevoerde metingen

Om de emissie vanaf een roostervloer en vanuit de kelder gelijktijdig te kunnen meten, moet een keldergedeelte ter grootte van de Lindvalldoos afgeschermd worden. Voor de hellende schijnvloer zijn speciale schotten gemaakt, die aan weerszijden van een roosterelement de ruimte tussen rooster en schijnvloer afdichten. De bovenzijde van het rooster wordt afgedekt door een plaat met een uitsparing ten behoeve van de Lindvalldoos. De giergoot die in het midden van de hellende schijnvloer ligt, wordt niet geblokkeerd. Dit in tegenstelling tot de metingen op de dichte hellende vloer. De giergoot in de kelder is namelijk niet bereikbaar zonder de roosterelementen te verwijderen.

De metingen van 7 en 8 maart 1990 zijn verricht met melkgevende dieren.

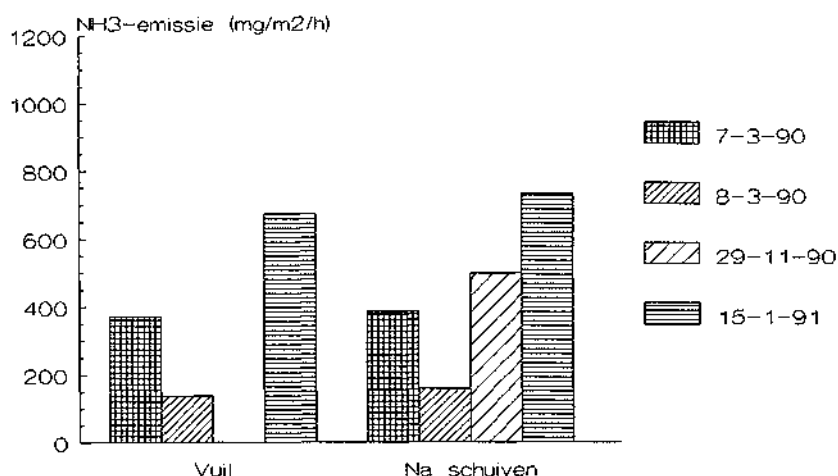
Gedurende de stalperiode 1990-91 was het staldeel met roostervloer en hellende schijnvloer bezet met droogstaande koeien. Deze werden gehouden op een voerrantsoen van grassilage aangevuld met weinig stro.

5.2 Resultaten

Een overzicht van alle metingen verricht op de roostervloer met hellende schijnvloer is weergegeven in figuur 19. In de bijlagen (tabel 6 en 7) staan de meetresultaten en de meetomstandigheden vermeld.

Op 29-11-90 heeft er alleen een meting plaatsgevonden direct na schuiven. Er was deze dag niet meer tijd beschikbaar om ook de vuile situatie te meten.

Figuur 19 Roostervloer met hellende schijnvloer



Resultaten : 7-3-90 / 8-3-90 / 15-1-91 :

- vuil = geschoven

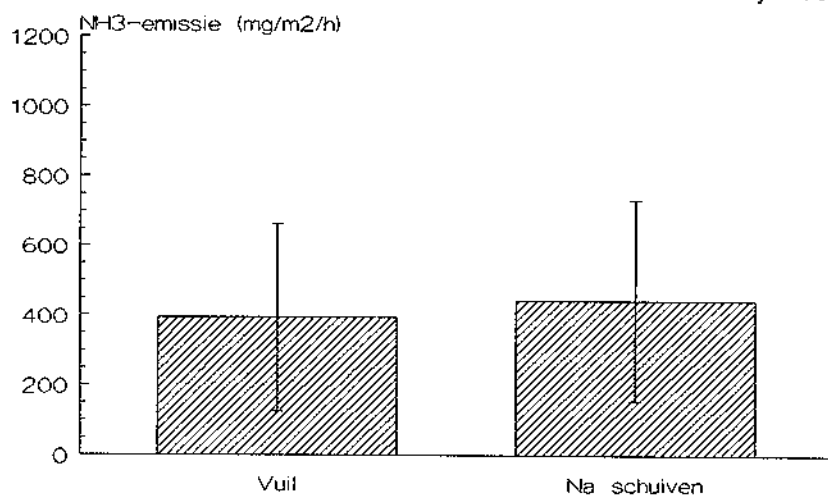
Doordat de mest ieder half uur uit de mestkelder wordt verwijderd, is het mestniveau in de kelder altijd minimaal. De meetomstandigheden tijdens de verschillende Lindvalldoosmetingen zijn dus steeds vergelijkbaar.

Het is niet duidelijk of het tegelijkertijd meten van rooster- en kelderemissie met een Lindvalldoos betrouwbare resultaten geeft. Een deel van de lucht ventileert de kelder mee. Hoe groot dit deel is, is onbekend. Hierdoor wordt er minder lucht over het roosterelement gevoerd in vergelijking tot een dichte vloer. Ten opzichte van een dichte vloer is het emitterend oppervlak wel bijna verdubbeld.

5.3 Conclusie

De meetresultaten uit figuur 19 zijn gemiddeld en staan in figuur 20 met de grootte van het verschil tussen de grootste en kleinste meetwaarde weergegeven.

Figuur 20 Gemiddelde emissie roostervloer met hellende schijnvloer



Schuiven heeft hier geen effect op de ammoniakemissie.

6. GANGBARE STALSYSTEMEN

6.1 Vlakke dichte vloer met mestschuif

De ventilatieststal van Melkvee-2 is uitgerust met vlakke vloer met kantelschuif. De stalvloer was bij de aanleg niet geheel vlak afgewerkt. Hierdoor zijn er na schuiven plaatsen op de mestgang aan te merken als droog of nat.

6.1.1 Uitgevoerde metingen

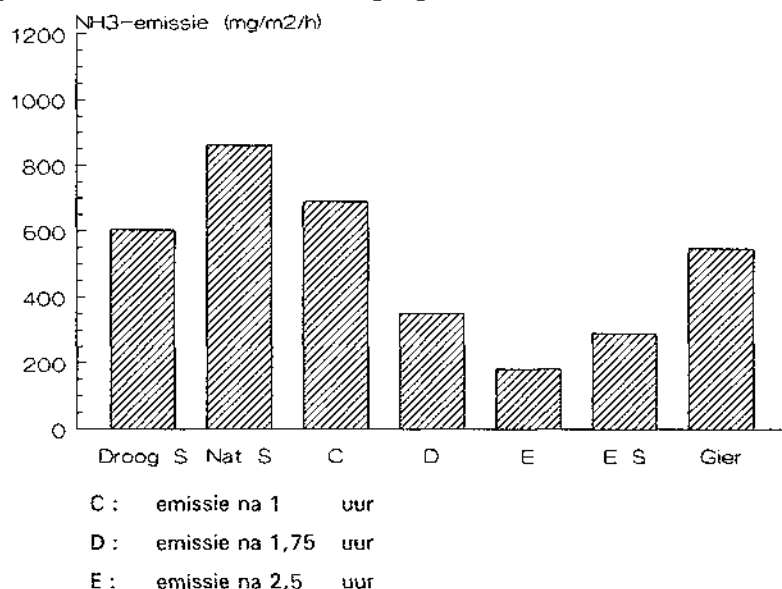
In april 1989 zijn er gedurende één dag enkele metingen met behulp van de Lindvalldoos uitgevoerd op vlakke stalvloer met kantelschuif (Melkvee-2). In het staldeel, waar gemeten werd, liepen melkgevende dieren. De mestschuif had elk 1/2 uur een werkgang. Na het passeren van de mestschuif ontstonden drogere en nattere delen op de stalvloer. Deze zijn apart gemeten. Er zijn vijf verschillende objecten gemeten :

- | | | |
|------------|---|---------------------------------|
| 1. Droog S | : | droge vloer na schuif (0,5 uur) |
| 2. Nat S | : | natte vloer na schuif (0,5 uur) |
| 3. C | : | vuile vloer na 1 uur, urine |
| D | : | vuile vloer na 1,75 uur, urine |
| E | : | vuile vloer na 2,5 uur, urine |
| 4. E S | : | vloer als E na schuif |
| 5. Gler | : | vloer + verse urine |

6.1.2 Resultaten

In figuur 21 staan de resultaten van deze metingen. In de grafiek zijn de hierboven genoemde codes gebruikt. Deze metingen staan in de bijlagen vermeld in tabel 8.

Figuur 21 Vlakke vloer zonder giergoot



Resultaten : 4-4-89 :

- droge plek < natte plek
- verse urine < urine van 1 uur oud

Er is een duidelijk verschil tussen een droge plek na schuiven (Droog S) en een natte plek na schuiven (Nat S).

Een plas verse urine (in grafiek : gier) emitteert minder dan een plas urine van 1 uur oud. Het duurt dus even voordat de omzetting van ureum naar ammoniak de hoogste omzettingssnelheid heeft bereikt.

De ouderdom van een plas urine is sterk bepalend voor de gemeten ammoniak-emissie. De kolommen C, D en E geven de ammoniakemissie weer van de stal-vloer nadat er 1, 1,75 en 2,5 uur geen mest was weggeschoven. De eerste urine was op deze plaatsen ook zo oud. De stalvloer bleef op die plekken gedurende die tijd voor koeverkeer in gebruik. De mestschuif was niet in werking.

Door het schuiven werd de emissie van een oude urine plas tijdelijk iets verhoogd (E S).

Op de vlakke vloer is nog twee keer gemeten. Deze metingen zijn uitgevoerd als vergelijkende meting tussen een vlakke vloer en een roostervloer met mestkelder. De resultaten hiervan zijn samengevoegd. Ze worden in paragraaf 6.2 verder besproken.

6.2 Roostervloer met mestkelder

Melkvee-4 is een 1 + 1-rijige ligboxenstal met roostervloeren. Over de roosters loopt een roosterschuiф.

6.2.1 Uitgevoerde metingen

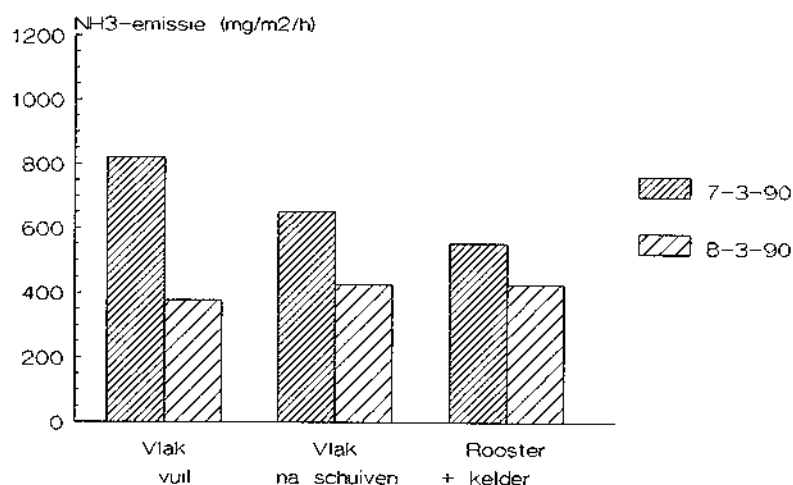
Op de Waiboerhoeve is twee keer de emissie van een roostervloer voorzien van een roosterschuiф (frequentie: 1 x per uur) met een daaronder gelegen mestkelder gemeten (Melkvee-4). Deze zijn uitgevoerd als vergelijking met een dichte vloer (Melkvee-2). Met behulp van schotten is een kelderdeel ter grootte van de Lindvalldoos van de rest van de kelder afgescheiden, zodat tegelijk de ammoniak-emissie van de roostervloer en het bijbehorende kelderdeel gemeten kon worden. In het gemeten staldeel is alleen melkvee gehuisvest. Het voederrantsoen op Melkvee-2 bestond uit grassilage en krachtvoer. Op Melkvee-4 bestond dit uit gras- en maïssilage (50:50) en krachtvoer.

6.2.2 Resultaten

De resultaten staan in de bijlagen (tabel 9 en 10). In figuur 22 zijn deze gegevens verwerkt in staafdiagrammen.

De vergelijking met behulp van een Lindvalldoos tussen een dichte vloer en een roostervloer met kelder is moeilijk te maken. Bij een dichte vloer stroomt er een luchtlaag ter grootte van de Lindvalldoos over het te meten vloerdeel met een constante snelheid. Bij een roostervloer met kelder stroomt een deel van deze luchtlaag in het bijbehorende kelderdeel. De luchtsnelheid is dan niet meer overal gelijk/constant en is afhankelijk van het niveau van de mest in de kelder (afstand mestoppervlak tot Lindvalldoos).

Figuur 22 Dichte vlakke vloer en roostervloer met mestkelder



Resultaten : 7-3-90 :

- vuil > geschoven
- rooster + kelder < dichte vloer

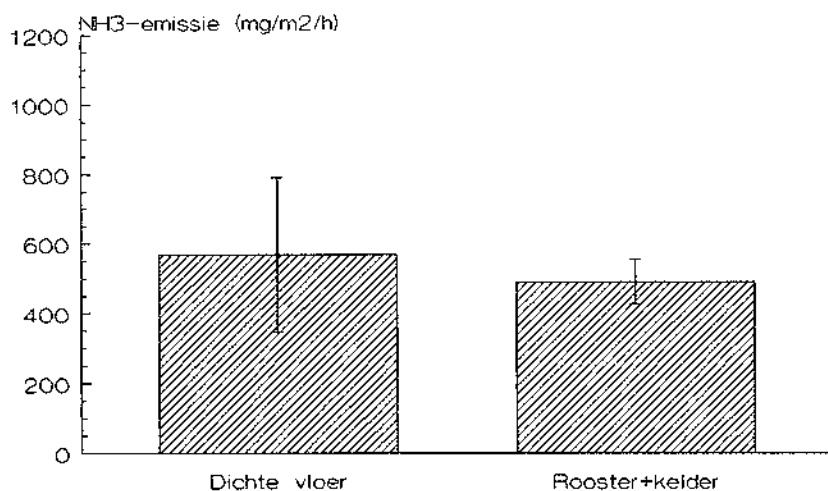
8-3-90 :

- vuil < geschoven
- rooster + kelder = dichte vloer

6.2.3 Conclusie

De gegevens uit figuur 22 zijn verdeeld in twee groepen, dichte vloer en rooster-vloer + kelder, en daarna gemiddeld. Deze waarden staan weergegeven in figuur 23 met de grootte van het verschil tussen de grootste en de kleinste meetwaarde.

Figuur 23 Gemiddelde emissie dichte vlakke vloer en roostervloer met mestkelder



De emissie vanaf een dichte vloer ligt op hetzelfde niveau als van een roostervloer met mestkelder.

Kroodasma en Huis in 't Veld (1989) komen in hun onderzoek tot dezelfde conclusie.

7. CONCLUSIE

Met behulp van Lindvalldoosmetingen kunnen in de praktijk verschillende vloertypen en mestoppervlakken met elkaar vergeleken worden. Er dient echter veel zorg besteed te worden om de metingen onder vergelijkbare omstandigheden plaats te laten vinden. Er kan daardoor moeilijk gesproken worden over een vaste meetmethode. De omstandigheden en de meetmethode werden zoveel mogelijk aangepast om een duidelijk resultaat te kunnen verkrijgen. Bij het tot stand komen hiervan zijn meet-ervaringen vaak doorslaggevend.

De uitkomsten van Lindvalldoosmetingen geven een indicatie aan.

De belangrijkste conclusies uit dit rapport zijn :

- aanzuren van mest reduceert de ammoniakemissie vanuit de mestkelder met minimaal de helft.
- direct na schuiven is de ammoniakemissie gemiddeld iets hoger dan voor het schuiven (=vuil).
- het aanbrengen van een coating op een hellende dichte betonvloer reduceert de ammoniakemissie vanaf deze vloer met circa 50 %.
- grondig spoelen met veel water op een hellende dichte vloer heeft een reducerend effect op de ammoniakemissie, terwijl sproeien (met weinig water via een rugspuit) een emissie-verhogend effect heeft.
- spoelen (met een spoelschuif) kan de ammoniakemissie vanaf een hellende dichte betonvloer reduceren tot 50 % (bij een geschat spoelwaterverbruik van 15 l/koe/dag).
- spoelen heeft vrijwel geen effect op de ammoniakemissie vanaf een hellende betonvloer voorzien van een coating.
- de emissie vanaf een vlakke dichte vloer ligt op hetzelfde niveau als van een roostervloer met mestkelder.

8. AANBEVELINGEN

Het mestniveau van de aangezuurde en de onbehandelde mest was steeds ongelijk tijdens de metingen. Hierdoor verschilt ook de luchtsnelheid over het mestoppervlak tussen de metingen. De totale hoeveelheid ingevoerde lucht in de Lindvalldoos was steeds gelijk. Het is onbekend wat de invloed van het mestniveau is op het emissieniveau.

Eén meetdag op de hellende dichte vloer resulteerde in een onverwachte resultaat. De oorzaak hiervan wordt toegeschreven aan de giergoot (zie paragraaf 4.3). Er zijn controlerende metingen noodzakelijk, waarbij de Lindvalldoos wel en niet over de giergoot geplaatst wordt, zodat de bijdrage van de giergoot nader onderzocht kan worden.

Bij de Lindvalldoosmetingen liggen de meetresultaten mede door de wisselende meetomstandigheden bij herhalingen vaak ver uiteen. Om deze reden kunnen Lindvalldoosmetingen niet zonder meer met elkaar vergeleken worden.

Er zijn meetresultaten gevonden die veel perspectief bieden, zoals de toepassing van een coating op een dichte hellende vloer en het spoelen van stalvloeren. Deze metingen zullen onder beter geconditioneerde/vergelijkbare omstandigheden herhaald moeten worden.

Het effect van spoelen met behulp van de spoelschuif op een hellende betonvloer is zeer positief om de ammoniakemissie verder te reduceren. De emissiereductie bij verschillend waterverbruik zal nog nader vastgesteld moeten worden. Als gevolg van de toekomstige afvalwaterproblematiek zal het hergebruik van afvalwater (reinigingswater van de melkinstallatie en spoelwater van de stal) meer in de belangstelling komen te staan. Hierdoor kan het mestvolume beperkt worden.

Indien Lindvalldoosmetingen uitgevoerd worden is het van belang dat de meetsituatie zo goed mogelijk beschreven wordt. Er zijn namelijk veel factoren die de

metingen kunnen beïnvloeden. Om later meetresultaten met elkaar te kunnen vergelijken zijn deze factoren van groot belang. De belangrijkste zijn :
temperatuur en relatieve vochtigheid van de lucht in de stal en buiten, diersoort, rantsoen, ammonium- en ammoniakconcentratie in faeces en urine, bevuilingswijze van het te meten oppervlak en tijdsduur van de meting.

LITERATUUR

Coppoolse, J. et al., 1990. De uitscheiding van stikstof, fosfor en kalium door landbouwhuisdieren, Nu en Morgen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 5, Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, 131 p.

Donker, R.A., 1990. Emissiebeperking bij vloersystemen. Praktijkonderzoek 1990, nr. 3, p. 27-28.

Frost, J.P., R.J. Stevens and R.J. Laughlin, 1990. Effect of separation and acidification of cattle slurry on ammonia volatilization and on the efficiency of slurry nitrogen for herbage production. Journal of Agricultural Science, Cambridge (1990), 115, p. 49 - 56.

Groot Koerkamp, P.W.G., N. Verdoes en G.J. Monteny, 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport Bronnen, Processen en Factoren, Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 8B, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, 83 p.

Huis in 't Veld, J.W.H., W. Kroodsma en P.P.H. Kant, 1992. Ammoniakemissie van vervuilde oppervlakten in ligboxenstallen. IMAG-PR publikatie, Wageningen, in voorbereiding.

IKC, 1992. De ligboxenstal voor melkvee. Publicatie nr. 29, Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij, Lelystad, 80 p.

Isinsee, E., D. Strauch und G. Blanken, 1981. Technik und Hygiene der Flussigmistbehandlung. KTBL-Schrift 265, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt-Kranichstein, 133 p.

Kant, P.P.H. en M.C. Verboon, 1991. Perspectieven van huisvesting met een lage ammoniakemissie. Praktijkonderzoek 1991, nr. 1, p. 2-5.

Kant, P.P.H., 1992. Ontwikkeling van vloersystemen voor ammoniak-arme huisvesting. Praktijkonderzoek 1992, nr. 1, p. 30-32.

Kolenbrander G.J. en L.C.N. de la Lande Cremer, 1967. Stalmest en gier. Waarde en mogelijkheden. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen, 188 p.

Kroodsma, W. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1989. Ammoniakemissie-meting aan oppervlaktebronnen in een natuurlijk geventileerde ligboxenstal m.b.v. een Lindvalldoos. IMAG nota 372 (HAB), Wageningen, 16 p.

Lent, A.J.H. van, 1991. Het aanzuren van mest in de melkveehouderij. Landbouwmecanisaie, 1991, nr. 10, p 45-47.

LVN/VROM, 1989. Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw. Tweede Kamer, Vergaderjaar 1988-1989, 18225, nr. 32, Den Haag, 117 p.

Maanen, N.B. van, 1987. Kunststofdekvloeren in de veehouderij. Landbouwmecanisaie 38 (1987) 2, p. 183 - 186

Monteny, G.J., W. Kroodsma en M.C. Verboon, 1992. Onderzoek naar rundveestallen met geringe NH₃-emissie, een overzicht. In : Mestbehandeling op boerderij, SPOM/FOMA Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 15, ISSN:0926-7085, DLO-Wageningen, 13 p.

Oosthoek, J., 1989. Mogelijkheden voor rundveebedrijven. In : Perspectieven voor de aanpak van de mest- en ammoniakproblematiek op bedrijfsniveau, Financieringsoverleg mest- en ammoniakonderzoek, Themadag mestbehandeling op de boerderij, Ede, p. 61 - 74.

Oosthoek, J. en M.C. Verboon, 1990. Mestbehandeling en opslag. Praktijkonderzoek 1990, nr. 3, p. 3-6.

Oosthoek, J. en J.H. Voorburg, 1992. Grondslagen van ammoniakemissie-beperking. In : Mestbehandeling op boerderij, SPOM/FOMA Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 15, ISSN:0926-7085, DLO-Wageningen, 12 p.

Pain, B.F. et al., 1987. The use of additives in livestock slurries to improve their flow properties, conserve nitrogen and reduce odours. In : Animal Manure on Grassland and Fodder Crops, Dordrecht, p. 229 - 246.

Scholtens, R., 1984. Bepaling van ammoniak in de buitenlucht. Verslag van een zesmaands doctoraalvak Luchthygiëne en -verontreiniging (jan. t/m juni '84). V-151, Vakgroep Luchthygiëne en -verontreiniging LH, Wageningen, 78 p.

Stevens, R.J., R.J. Laughlin and J.P. Frost, 1989. Effect of acidification with sulphuric acid on the volatilization of ammonia from cow and pig slurries. Journal of Agricultural Science, Cambridge (1989), 113, p. 389 - 395.

Snel, L. en W. Kroodsma, 1989. Onderzoek naar emissie-armere rundveestallen. Landbouwmechanisatie nr. 8, augustus 1989, p. 56 - 57.

Voorburg, J.H. en W. Kroodsma, 1992. Volatile emissions of housing systems for cattle. Livestock Production Science, 31 (1992), p. 57 - 70.

BIJLAGEN

Verschillende gemeten objecten :

1. dichte hellende vloer (3 %), beton
2. dichte hellende vloer (3 %), epoxycoating
3. roostervloer + hellende schijnvloer (6 %)
4. roostervloer + mestkelder (+ roosterschuiif)
5. dichte vloer + schuiven
6. kelder : aangezuurde mest, ongeroerd
7. kelder : aangezuurde mest, geroerd
8. kelder : onbehandelde mest, ongeroerd
9. kelder : onbehandelde mest, geroerd

Tabel 1 Mestkelder

(Melkvee-3)

Datum	Bron-nr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{int} (°C)	RV _{uit} (%)	T _{in} (°C)	RV _{in} (°C)
4-04-90	bron 1	aangezuurde mest, ongeroerd	101,83	9,7	77,2	6,4	78,5
	bron 2	aangezuurde mest, geroerd	29,04	11,3	61,0	9,0	57,5
	bron 3	onbehandelde mest, ongeroerd	206,77	10,8	77,4	8,2	78,3
	bron 4	onbehandelde mest, geroerd	91,98	13,2	63,2	8,4	63,2
16-1-91	bron 1	onbehandelde mest, ongeroerd	206	2,1	87,0	3,3	64,8
	bron 2	aangezuurde mest, ongeroerd	101	3,2	73,8	4,7	54,9
	bron 3	onbehandelde mest, geroerd	203	4,6	60,4	5,6	44,6
	bron 4	aangezuurde mest, geroerd	100	5,2	70,5	6,1	48,5
13-3-91	bron 1	onbehandelde mest, ongeroerd	77,1	13,3	71,3	16,7	64,9
	bron 2	onbehandelde mest, geroerd	56,8	17,7	70,3	19,3	55,4
	bron 3	aangezuurde mest, ongeroerd	80,7	18,4	64,9	19,9	53,0
	bron 4	aangezuurde mest, geroerd	71,8	21,1	51,0	22,5	43,9

Tabel 2 Dichte hellende vloer, beton

(Afdeling-5)

Datum	Bronnr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{air} (°C)	RV (%)
7-03-90	bron 1	vuile vloer	170,99	12,6	90,50
	bron 2	geschoven vloer	153,39	12,9	88,80
	bron 3	geschoven, besproeide en geschoven vloer	355,63	13,2	89,80
	bron 4	gespoelde vloer	84,15	13,0	86,70
8-03-90	bron 1	vuile vloer	77,24	12,1	79,80
	bron 1a	vuile vloer	187,72	13,2	82,20
	bron 2	geschoven vloer	280,40	12,4	82,40
	bron 3	geschoven, besproeide en geschoven vloer	189,98	12,5	82,70
	bron 3a	geschoven, besproeide en geschoven vloer	276,22	13,1	78,10
	bron 4	gespoelde vloer	76,10	12,0	83,00

Gespoelde vloer : vloer schoongespoten met tuinslang totdat de vloer optisch schoon was

Besproeide vloer : 7-03-90 : 7,5 meter m.b.v. 1,5 - 2 liter (1/2 mestgangbreedte)

8-03-90 : 4,5 meter m.b.v. 1 - 1,5 liter (1/2 mestgangbreedte)

Tabel 3 Dichte hellende vloer met giergoot en mestschuif

(Afdeling-5)

Datum	Bron- nr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{air} (°C)	RV _{int} (%)	T _{in} (°C)	RV _{in} (%)
29-11-90	bron 1	vuile betonvloer	374	7,8	92,5	7,4	83,4
	bron 2	vuile gecoate vloer	246	8,3	96,3	7,3	92,8
	bron 3	vuile betonvloer	874	10,0	100	13,2	77,2
	bron 4	geschoven beton- vloer	710	10,6	93,1	12,2	80,2
	bron 5	geschoven gecoate vloer	280	10,7	93,7	11,9	87,1
15-01-91	bron 1	vuile betonvloer	849	2,1	70,6	1,4	59,0
	bron 2	vuile gecoate vloer	505	2,7	71,4	3,1	55,0
	bron 3	geschoven beton- vloer	1182	3,6	67,3	5,3	48,6
	bron 4	geschoven gecoate vloer	534	4,8	65,5	6,8	44,6
	bron 7	vuile gecoate vloer	383	5,9	63,4	7,2	52,9

Tabel 4 Dichte hellende vloer; handmatig bevuild

(Afdeling-5)

Datum	Bron-nr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV _{uit} (%)	T _{in} (°C)	RV _{in} (%)
12-04-91	bron 1	beton, 2,0 l urine	1680	15,6	59,7	18,1	44,8
	bron 2	coating, 2,0 l urine	1510	19,8	46,8	24,8	36,7
	bron 3	coating, 4,5 l urine	820	21,0	43,5	24,5	33,1
	bron 4	beton, 2,5 l urine	1761	21,3	44,3	24,2	30,9
	bron 5	voergang, 2,5 l urine	79	22,4	42,1	25,6	29,7

Tabel 5 Dichte hellende vloer met giergoot en spoelschuif

(Afdeling-5)

Datum	Bronnr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV _{uit} (%)	T _{in} (°C)	RV _{in} (%)
12-03-91	bron 1	vuile gecoate vloer	127,3	12,3	82,7	13,8	75,6
	bron 2	vuile beton-vloer	552,0	13,7	77,2	15,8	67,6
	bron 3	geschoven + gespoelde be- tonvloer	334,1	14,5	75,3	21,2	51,9
	bron 4	geschoven + gespoelde gecoate vloer	316,4	17,7	62	25,4	39,8
	bron 5	vuile gecoate vloer	325,4	---	---	---	---
	bron 6	geschoven + gespoelde gecoate vloer	259,4	---	---	---	---
13-12-91	bron 1	vuile beton-vloer	988	2,3	77,0	---	---
	bron 2	vuile gecoate vloer	211	2,2	80,3	---	---
	bron 3	geschoven + gespoelde be- tonvloer	360	2,8	80,9	---	---
	bron 4	geschoven + gespoelde gecoate vloer	136	3,5	81,4	---	---

Tabel 6 Roostervloer met hellende schijnvloer

(Afdeling-5)

Datum	Bronnummer	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV _{uit} (%)
7-03-90	bron 5	vuil rooster en schijnvloer	372,27	14,30	86,50
	bron 6	geschoven rooster en schijnvloer	385,70	14,80	82,40
8-03-90	bron 5	vuil rooster en schijnvloer	137,37	12,00	84,00
	bron 6	geschoven rooster en schijnvloer	159,07	12,30	81,30

Tabel 7 Roostervloer met hellende schijnvloer en mestschuiven

(Afdeling-5)

Datum	Bron- nr.	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV _{uit} (%)	T _{in} (°C)	RV _{in} (%)
29-11-90	bron 6	geschoven schijn- vloer	499	9,8	97,3	10,1	97,6
15-01-91	bron 5	vuile schijnvloer	674	4,3	70,7	7,4	44,2
	bron 6	geschoven schijn- vloer	734	4,9	70,7	7,4	44,2

Tabel 8 Dichte vlakke vloer met schuiven

(Melkvee-2)

Datum	Bronnummer	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)
4-04-89	bron A	droge vloer na schuiven	603,56
	bron B	natte vloer na schuiven	860,95
	bron C	vuile vloer na 1 uur urine	689,86
	bron D	vuile vloer na 1,75 uur urine	350,00
	bron E	vuile vloer 2,5 uur urine	181,29
	bron F	geschoven vloer handmatig	289,81
	bron G	geschoven vloer handmatig + verse urine	548,79

Tabel 9 Dichte vlakke vloer met schuiven

(Melkvee-2)

Datum	Bronnummer	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV (%)
7-03-90	bron 7	vuile vloer	821,29	15,50	83,30
	bron 8	geschoven vloer	651,68	16,50	78,50
8-03-90	bron 7	vuile vloer	376,12	13,70	81,20
	bron 8	geschoven vloer	424,94	12,30	74,50

Tabel 10 Vuile roostervloer met mestkelder

(Melkvee-4)

Datum	Bronnummer	Object	Gem. emissie (mg/m ² /h)	T _{uit} (°C)	RV (%)
7-03-90	bron 9	vuile roostervloer + kelder	554,05	13,90	82,90
8-03-90	bron 9	vuile roostervloer + kelder	426,23	11,80	78,80

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.	Prijs
91 Zomerstalvoeding op een melkveebedrijf. 1983	12,50
92 Conservering en bewaring van eiwitrijke aardappelvezels. 1984	10,00
93 Het vergisten van rundveemest in een propstroom biogasinstallatie. 1984	25,00
94 Graslandgebruikssystemen op het gezinsbedrijf. 1984	25,00
95 Diepe grondbewerking op veengrasland met schalterlaag. 1984	10,00
96 Rendabiliteit van beregning op melkveebedrijven en waterbehoefte van de Gelderse Landbouwronden. Basisrapport nr. 4. Rendabiliteit van beregning op gezinsbedrijven. 1984	25,00
97 Opname van Engels raaigras, rietzwengras, en Italiaans raaigras door melkvee. 1984	12,50
98 Het dikbilfenomeen bij het rund. Literatuuroverzicht met commentaar. 1985	25,00
99 Opbrengst en opname van gras bij verschillende mengsels en zaaizaadhoeveelheden. 1985	25,00
100 Strooisels in de paardenhouderij en arbeidsverbruik bij instrooien en uitmesten. 1986	25,00
101 Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. 1986	45,00
102 Invloed van de afkalftijd op de voedervoorziening van melkvee. Berekeningen in het kader van een studie naar de bedrijfseconomische gevolgen van verschillende afkalftijden. 1986	25,00
103 Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104 Invloed verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105 Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106 Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107 De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108 Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109 De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110 Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111 Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112 Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113 Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114 Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989	25,00
115 Bodem, vegetatie, productie en graskwaliteit van grasland met beheersbeperkingen. 1989	25,00
116 Simulatie van voeding en groei van jongvee. Toelichting op een computerprogramma. 1989	25,00
117 Verdeling en toevoegmiddelen bij het inkuilen van gras. 1989	25,00
118 Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119 Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120 Korrelkeuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121 Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122 Het schaapmodel. 1989	25,00
123 Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124 Grasproductie en -benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4. 1990	25,00
125 Opname van diploid en tetraploid in Engels raaigras. 1990	25,00
126 Bedrijfsmodel voor veenweidegebieden met verweving van natuur- en veehoudersbelangen. 1990	25,00
127 Graslandgebruik, bemesting en voedervoorziening op bedrijven met beheersbeperkingen. 1990	25,00
128 Continuatie van Italiaans raaigras in vergelijking met Mk1-mengsel op komklei. 1990	25,00
129 Vriespunt van boerderijmelk. 1990	25,00
130 Invloed van het toevoegen van mierzuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131 Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991	25,00
132 Invloed van ontwatering van veengrasland en van grasland met gebruiksbeperkingen op de voedervoorziening van melkveebedrijven. 1991	25,00
133 Inpassing melkveehouderij in het geïntegreerde bedrijfsmodel voor veenweidegebieden. 1991	25,00
134 Herstructurering van een veenweidegebied met het geïntegreerde bedrijfsmodel. 1992	25,00
135 Gecombineerd weiden van schapen en pinken. 1992	25,00
136 Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. 1992	25,00
137 Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992	25,00
138 Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. 1992	25,00

Rapporten zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbank nr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van het rapport.