

4

## Inhoud

Samenvatting	2
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methode	4
3. Resultaten	6
3.1 Eerste kraamopfokperiode	6
3.2 Tweede kraamopfokperiode	8
3.3 Ammoniakemissie-redukatie	11
4. Discussie	13
5. Conclusie	14
Literatuur	15

Groenestein en Reitsma (1992)

Rapport 92-1002

## Samenvatting

Ammoniak is naast  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_x$  een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De Nederlandse overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in het jaar 2000 t.o.v. 1980 met 50-70% afgenomen moet zijn. Binnen dit kader is onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van kraamopfokhokken in een zeugenstal met een mestschuifstelsel over een gecoate hellende vloer onder de roosters, en een giergoot. Via de hellende vloer en de giergoot kan de urine direct uit de stal verwijderd worden zodat contact en reactie tussen het fecale enzym urease en ureum in de urine vermeden wordt. Hierdoor wordt de productie van ammoniak voorkomen. De schuiven verwijderen de mest uit de stal zodat de vloer schoon blijft waardoor de urine kan blijven wegstromen.

De meetperiode besloeg twee opfokronden in de periode van 31 mei tot 1 november 1991. Er waren 6 kraamopfokhokken per afdeling. De biggen werden op een leeftijd van  $\square 4$  weken gespeend en op een gewicht van ca. 25 kg afgeleverd. Er werd gewerkt met het "all in all out" systeem.

Voor het spenen werd gemiddeld 9,3 g/dag gemiddeld. T.o.v. de emissie van een conventioneel systeem van minstens 27,6 g/dag betekende dat een reductie van minstens 65%. Na het spenen varieerde de emissie per biggenplaats van 1,3 tot 1,9 g/dag, wat t.o.v. de 2 g/dag uit een conventioneel systeem een reductie van de emissie betekende variërend van 5 tot 35%.

De onderzochte zeugenstal was nieuw. Er hadden maar één à twee ronden gedraaid voor de meetperiode aanvang. Het is niet bekend hoe het systeem op de langere termijn functioneert. Over de duurzaamheid van het systeem is daarom geen uitspraak te doen.

## 1. Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$ ) en  $\text{NH}_3$ , samen met hun reactieproducten, in het kort  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  genoemd. Onderstaande Tabel geeft de herkomst en de bijdrage per sektor in Nederland aan.

Tabel 1. De herkomst van de potentiële zure depositie op Nederland in 1989 en de bijdrage per sektor in Nederland in procenten, uit Heij & Schneider, 1991.

	Totaal zuur	$\text{SO}_x$	$\text{NO}_y$	$\text{NH}_x$
UK + Ierland	9	17	11	2
Frankrijk	8	9	13	5
België	10	17	8	5
W-Duitsland	10	10	19	5
Nederland	54	28	41	81
Oost-Europa	8	16	5	2
Rest	2	2	3	1
TOTAAL	100	100	100	100
Raffinaderijen	5	24	2	0
Centrales	3	13	6	0
Verkeer	18	27	77	0
Industrie	9	35	9	2
Landbouw	62	1	2	94
Huishoudens	3	1	4	4
TOTAAL NL	100	100	100	100

Uit deze Tabel blijkt dat in 1989 81% van de verzuring door  $\text{NH}_x$  uit eigen land afkomstig was en dat 94% daarvan uit de landbouw kwam. De bijdrage van  $\text{NH}_x$  aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1989 46% (Heij & Schneider, 1991). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in 2000 t.o.v. 1980 met 50-70% afgenomen moet zijn (N.N., 1989). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestingsystemen voor landbouwhuisdieren (Groot Koerkamp et al., 1990).

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk vele ideeën en initiatieven om de ammoniak-emissie terug te dringen. Om deze op waarde te schatten dient aan, in potentie emissie-arme huisvestingsystemen, onder normale bedrijfsomstandigheden, te worden gemeten. De aanvragen hiervoor komen binnen bij de Begeleidingscommissie Ammoniak-emissiemetingen, die hieruit de aanvragen selekteert die wat betreft de  $\text{NH}_3$ -emissievermindering perspectief bieden. Deze begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven. Het onderzoek wordt vervolgens uitgevoerd door de DLO-meetploeg.

In bovenstaand kader werd de ammoniak-emissie gemeten van een zeugenstal met een mestschuifstelsel over een gecoatete hellende vloer onder de roosters en een giergoot. Via de hellende vloer en de giergoot kan de urine direkt uit de stal verwijderd worden zodat contact en reactie tussen het faecale enzym urease en ureum in de urine vermeden wordt. Hierdoor wordt de produktie van ammoniak voorkomen. De schuiven verwijderen de mest uit de stal zodat de vloer schoon blijft waardoor de urine kan blijven wegstromen.

## 2. Materiaal en methode

Van 31 mei tot 1 november 1991 is in een zeugenstal de ammoniakemissie bepaald. Deze zeugenstal was onderverdeeld in 10 afdelingen met elk 6 kraamopfokhokken (Bijlage 1). De meetperiode besloeg twee opfokronden waarbij in drie afdelingen is gemeten.

De zeugen (GYxNL) kwamen ongeveer 1 week voor de verwachte werpdatum in de hokken. De speenleeftijd was ca. 4 weken. Bij het spenen werd de zeug verwijderd, de biggen bleven liggen in het kraamopfokhok. Op een gewicht van ca. 25 kg werden de biggen afgeleverd (4-5 weken na het spenen). Er werd gewerkt met het "all in all out" systeem.

De kraamopfokhokken waren 180 cm breed en 220 cm diep. Ze waren enkelrijig opgesteld en voorzien van gedeeltelijk roostervloer. Het metalen driekantrooster was 180 cm bij 140 cm. Het dichte gedeelte bestond uit een tegelvloer met een afmeting van 180 cm bij 80 cm. De zeugenbox stond schuin opgesteld. De zeug werd niet aangebonden. Het biggennest was naast de zeug en werd direkt na het werpen eenmalig voorzien van een beetje strooisel.

Op ca. 25 cm onder de roosters lag een, uit prefab-betonelementen opgebouwde, vloer. De vloer had een afschot van ca. 5% naar het midden, met daarin een giergoot. Het geheel lag onder een afschot van ca. 1% naar de centrale gang toe. De urine stroomde via de giergoot uit de afdeling (Bijlage 1). De vaste mest onder de roosters werd 5 maal per dag (03.00, 09.00, 12.00, 18.00 en 23.00 uur) met vouwschuiven, voorzien van kunststof schoonmaakstrip, uit de afdelingen verwijderd. Om de mest schoon uit de afdeling te kunnen verwijderen waren de betonelementen met een 2 cm dikke cementlaag glad afgewerkt waarna een vloercoating is aangebracht op basis van epoxy. De ketting waaraan de schuiven bevestigd waren liep over de open spleet van de giergoot, waarin een meelopende klepel was aangebracht.

De urine en de vaste mest kwamen terecht in de mestput onder de centrale gang. De mestput was van de afdeling afgesloten d.m.v. een rubberen flap. Periodiek werd de mest afgevoerd naar een mestsilos met een inhoud van 835 m<sup>3</sup>. De mestsilos was voorzien van een betonnen afdekking.

De stal werd geventileerd met behulp van één ventilator per afdeling met een doorsnede van 35 cm (maximum capaciteit van 3000 m<sup>3</sup>). De buitenlucht werd via grondbuisventilatie in de centrale zijgang gevoerd, waarna het via plafondventilatie gelijkmatig over de afdelingen verdeeld werd. De ventilatie was temperatuur-geregeld, met een minimum van 20%.

De afdelingen konden m.b.v. warmwaterbuizen centraal verwarmd worden. Gedurende de proefperiode is deze echter uit geweest. Tot twee weken na het spenen werd door vloerverwarming onder de tegels lokaal verwarmd, met een watertemperatuur van 40°C. Voor verwarming van pasgeboren biggen werd tot een paar dagen na de geboorte een biggenlamp gebruikt.

De zeugen met biggen kregen 7 à 8 kg laktatie-zeugenkorrel (EW 1.03; re 16%) per dag. Ze werden 2 maal per dag (ca. 07:30 en 16:30 uur) gevoerd. De biggen werden ad lib. gevoerd met biggenopfokkorrel (EW 1.28; re 23,5%). Na ca. 10 dagen werd overgeschakeld op biggenkorrel (EW 1.08; re 18%). De drinkwatervoorziening voor de zeug bestond uit een drinknippel boven de voederbak, voor de biggen was er een drinknippel met morsbakje boven de roosters.

De volgende variabelen werden gemeten:

-NH<sub>3</sub>-concentratie in de afdeling en in de centrale gang, (mg/m<sup>3</sup>)

-ventilatie-debiet, (m<sup>3</sup>/uur)

-relatieve luchtvochtigheid (RH) in de afdeling en in de centrale gang, (%)

-temperatuur (T) in de afdeling en in de centrale gang, (°C)

Voor de registratie van de buitentemperatuur werd gebruik gemaakt van de maand-overzichten van de Bilt die het K.N.M.I. uitgeeft.

De NH<sub>3</sub>-concentratie werd continu gemeten met behulp van een NO<sub>x</sub>-monitor (monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reactie tussen O<sub>3</sub> en NO:



Deze methode is uitgebreid beschreven door Scholtens (1990). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

De maximaal meetbare concentratie was 50 ppm. Om NO te kunnen meten moet NH<sub>3</sub> eerst omgezet worden met een convertor. In de convertor passeert de luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot 775°C. Bij deze temperatuur wordt NH<sub>3</sub> geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om de transportafstand van NH<sub>3</sub> tot een minimum te beperken. NH<sub>3</sub> adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor metingen verstoord kunnen worden. De stallucht werd continu aangezogen via teflon slangen. Om condens in de slangen te voorkomen werden alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. De monsternamepunten bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Het monstername-punt in de centrale gang bevond zich boven één van de afdelingen. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De NH<sub>3</sub>-concentratie werd uit de gemeten NO-concentratie afgeleid.

Het ventilatiedebiet werd bepaald m.b.v. meetventilatoren in de ventilatiekokers. Per omwenteling werden 4 pulsen afgegeven. De pulsen werden omgezet in een voltsignaal welke werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is bepaald m.b.v. een, volgens de NEN-norm 1048-11 gebouwde windtunnel. De relatie tussen het ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen was:

$$V = 4,678 * (\text{aantal pulsen/sec}) + 121,66$$

De temperatuur en relatieve vochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren met een nauwkeurigheid van respectievelijk 0,5°C en 1,5%. Per afdeling hing één sensor in het midden van de stal op ca 1,80 m. hoogte. Om de temperatuur en vochtigheid van de ingaande lucht te meten werd een sensor boven het plafond van een van de afdelingen geplaatst.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per drie minuten werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Elke week werd de apparatuur gecontroleerd, de monitor geijkt en zonodig de filters voor de convertors vervangen. Tevens werd de algemene situatie in de stal bijgehouden. De convertors werden voor en na de proefperiode geijkt.

De emissie wordt berekend als het produkt van de NH<sub>3</sub>-concentratie en het ventilatiedebiet. Om de cumulatieve emissie en daggemiddelden te berekenen werden door interpolatie de door storingen ontbrekende meetgegevens ingevuld.

### 3. Resultaten

De monitor werd geijkt met 42 ppm NO gas (0,7% onzuiver). De absolute afwijking tijdens de ijking was gemiddeld 3,5%. Uit de ijking van de convertors bleek dat voor de metingen gemiddeld 94% van de aangeboden NH<sub>3</sub> als NO<sub>x</sub> werd gemeten; na de metingen werd 92% gemeten.

De gegevens van één van de drie afdelingen zijn niet verwerkt vanwege onderbezetting door de nasleep van de ziekte Abortus Blauw en een niet optimaal functionerende convertor.

Tijdens de eerste meetperiode was er vier maal sprake van een technische storing waardoor enkele dagen data ontbreken, te weten 7-10 juni, 14-15 juni, 6-11 juli en 14-16 juli. Bij afdeling 1 is sprake van vier onderbrekingen. In afdeling 2 werd de zeug pas 25 juni opgelegd (Tabel 2). Hier ontbreekt twee keer een data-set. De tweede meetperiode was er een technische storing van 21-23 september, met konsekventies voor beide afdelingen.

In Bijlage 2 zijn NH<sub>3</sub>-concentraties en ventilatiedebiet van beide afdelingen en kraamopfokperioden weergegeven alsmede de NH<sub>3</sub>-concentratie op de centrale gang. Bijlage 3 toont daggemiddelden van temperatuur en relatieve vochtigheden van beide afdelingen, centrale gang en meetperioden. In Bijlage 4 is de buitentemperatuur weergegeven.

Bijlage 2-1 toont een hoge achtergrondconcentratie bij afdeling 1. Deze ontstond door de lage ventilatie op de afdeling waardoor geen onderdruk gekreëerd werd. Hierdoor kon de afdelingslucht via het gaatjes-plafond op de centrale gang komen en als achtergrond gemeten worden. Omdat hier ammoniak afkomstig uit de afdeling gemeten werd, is niet voor deze hoge achtergrond gekorrigeerd. Dat dit terecht was bleek uit het feit dat de concentratie op de afdeling niet daalde toen de achtergrondconcentratie door verhoging van het ventilatiedebiet wel daalde.

#### 3.1 Eerste kraamopfokperiode

Tabel 2 geeft verscheidene produktiecijfers van de twee afdelingen (1 en 2) aan.

Tabel 2. Produktiecijfers van afdeling 1 en 2 tijdens de eerste meetperiode.

	Afdeling 1	Afdeling 2
inlegdatum	31-5-1991	25-6-1991
werpdata	2-6 tot 6-6-1991	4-7 en 5-7-1991
aantal zeugen	6	6
aantal levend geboren biggen	59	66
aantal verwijderde biggen	47	54
gemiddelde toomgrootte bij verwijdering	7,8	9,0
gemiddeld gewicht bij verwijdering (kg)	23	18
lengte periode (dgn)	71	59

Ten behoeve van een optimale bezetting werden biggen van afdeling 2 op de 59<sup>e</sup> dag naar een andere afdeling overgelegd. Het verklaart het lage eindgewicht van deze biggen. (landelijk gemiddelde van 1990 volgens de TEA-norm is 25,5 kg). Tijdens deze periode is

de nasleep van Abortus Blauw er de oorzaak van dat het aantal biggen per zeug laag was. Het sterftepercentage was vanwege omleggen niet bekend. (TEA-norm 1990 geeft een aantal levend geboren biggen van 10,7 per worp en een sterftepercentage van 13,3% aan waardoor de biggenproductie 9,3 per worp wordt).

Tabel 3 toont gemiddelden van temperatuur van de afdeling, temperatuur van de centrale gang (ingaaende lucht), en van het ventilatiedebiet. Behalve een gemiddelde voor de hele kraamopfokperiode is onderscheid gemaakt in de periode voor en de periode na het spenen.

Tabel 3. Gemiddelde temperatuur en ventilatie gedurende de eerste periode

	Afdeling	Afdelingstemperatuur (°C)	Temperatuur ingaande lucht (°C)	Ventilatiedebiet (m <sup>3</sup> /uur)
Totale periode	1	21,3	20,6	1301
	2	22,7	21,0	1314
Voor spenen	1	20,5	18,6	968
	2	22,4	20,8	1476
Na spenen	1	22,1	21,5	1598
	2	23,3	21,4	1028

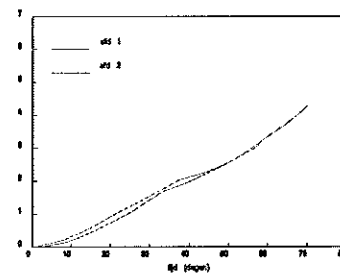
In Figuur 1 is het verloop van de dagelijkse emissie weergegeven van afdeling 1 en 2 voor de eerste kraamopfokperiode. Een algemeen beeld, geldend voor beide afdelingen, is een stijgende emissie de eerste 5 weken van het opleggen tot het verwijderen van de zeug. Het spenen heeft een akute daling van de emissie tot gevolg. Na het spenen blijft de emissie even dalen waarna deze tot na het verwijderen van de biggen weer stijgt.



Figuur 1. NH<sub>3</sub>-emissie per dag per afdeling tijdens de eerste ronde.

De emissie op afdeling 2 vertoont, i.t.t. die van afdeling 1, een piek rond dag 10 van de eerste ronde. Op dat moment werden in een tijdsbestek van 2 dagen de biggen geboren. De temperatuur en het ventilatiedebiet stegen. Beide factoren hebben een emissieverhogend effect (Elzing et al., 1992). Op afdeling 1 werden de biggen verspreid over 6 dagen geboren. De afdelingstemperatuur steeg niet en de ventilatie nam bij de geboorte weinig en gedurende de kraamperiode geleidelijk toe. (Bijlage 2 en 3).

Figuur 2 geeft de cumulatieve emissie van beide afdelingen tijdens de eerste periode weer.



8  
8

Figuur 2. Cumulatieve NH3-emissie tijdens de eerste ronde.

Uit Figuur 1 blijkt dat het verloop van de emissie verschillend is, het cumulatieve plaatje vertoont meer overeenkomst tussen beide afdelingen.

### 3.2 Tweede kraamopfokperiode

In Tabel 4 worden de productiecijfers van de tweede ronde weergegeven. De tweede ronde is productie-technisch beter dan de eerste.



Tabel 4. Produktiecijfers van afdeling 1 en 2 tijdens de tweede meetperiode.

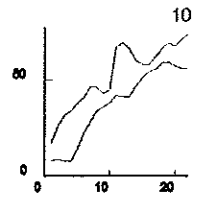
	Afdeling 1	Afdeling 2
inlegdatum	10-8-1991	23-8-1991
werpdata	12-8 tot 16-8 1991	25-8 tot 2-9 1991
aantal zeugen	6	6
aantal levend geboren biggen	60	69
aantal verwijderde biggen	55	66
gemiddelde toomgrootte bij verwijdering	9,2	11,0
gemiddeld gewicht bij verwijdering (kg)	26	26
lengte periode (dgn)	75	75

In Tabel 5 zijn gemiddelde temperatuur- en ventilatiegegevens weergegeven, met onderscheid in voor en na spenen.

Tabel 5. Gemiddelde temperatuur en ventilatie gedurende de tweede periode

	Afdeling	Afdelingstemperatuur (°C)	Temperatuur ingaande lucht (°C)	Ventilatie-debiet (m <sup>3</sup> /uur)
Totale periode	1	21,5	19,2	1551
	2	21,9	18,3	1083
Voor spenen	1	22,0	20,4	1956
	2	22,4	19,8	1215
Na spenen	1	21,1	18,2	1187
	2	21,4	16,9	957

In Figuur 3 wordt de dagelijkse emissie van beide afdelingen tijdens de tweede periode weergegeven. Het algemene beeld zoals beschreven bij de eerste kraamopfokperiode geldt ook hier: een stijgende emissie voor spenen, een akute daling t.g.v. spenen. Na het spenen blijft de emissie nog een paar dagen dalen waarna deze weer stijgt.

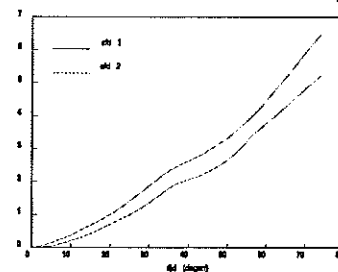


Figuur 3. NH<sub>3</sub>-emissie per dag per afdeling tijdens de tweede ronde.

Er is een piek zichtbaar van afdeling 2 op dag 56, van afdeling 1 op dag 62. De oorzaak is dat de vaste mest hier een paar dagen niet uit de stal verwijderd werd door een kapotte schuif. De urine kan dan minder goed wegstromen waardoor ureum met het faecale enzym urease kan reageren en NH<sub>3</sub> gevormd wordt.

Na de reparatie van de schuif in afdeling 2 stijgt de emissie niet meer. De suggestie dat dit veroorzaakt wordt door een betere werking van de gerepareerde schuif, is voorbarig, gezien het feit dat deze gebeurtenis gepaard ging met het verwijderen van 4 biggen op dag 61 en van 20 biggen op dag 67. Bij de berekeningen later in dit rapport is uitgegaan van het aantal biggen dat op dag 61 aanwezig was.

De emissie van afdeling 1 is structureel hoger dan die van afdeling 2. Dit is ook duidelijk zichtbaar in Figuur 4 waarin de cumulatieve emissies uitgezet zijn tegen de tijd. Afdelingstemperatuur, RH en NH<sub>3</sub>-concentratie in de afdelingen zijn vergelijkbaar. Opvallend is het verschil in ventilatiedebiet en verschillende temperatuur van de ingaande lucht (Tabel 5; Bijlage 2 en 3).



NUS 90

Figuur 4. Cumulatieve NH<sub>3</sub>-emissie tijdens de tweede ronde.

### 3.3 Ammoniakemissie-redukctie

Om weer te geven of het onderzochte systeem een reducerend effect had op de ammoniakemissie waren emissiecijfers van een conventioneel kraamopfokstelsysteem als referentie nodig. Deze zijn echter niet bekend, noch gemeten noch berekend. Door het Proefstation voor de Varkenshouderij is wel eerder één ronde gemeten in een conventionele kraamstal (sept.-okt. 1991). Door de DLO-stalmeetsploeg zijn in de periode aug.-okt. 1991 twee ronden in een biggenopfokstal gemeten (Montsma & Groenestein, 1992). Om een uitspraak te kunnen doen over de effecten van het systeem worden de perioden voor en na spenen apart getoetst aan de gemeten emissies van de kraam- en opfokstal. Hieronder volgt een beschrijving van de betreffende referentie-afdelingen.

De kraamafdeling bestond uit 12 hokken van 187 cm bij 213 cm, dubbelrijig opgesteld, met een gedeeltelijke roostervloer. Het kunststof rooster (Mik Swing) was 187 bij 120 cm. In 6 van de 12 hokken was de dichte vloer van beton, in de andere 6 lag een tegelvloer. Onder de hele afdeling lag een mestput van 50 cm diep. Deze werd tijdens de ronde niet geleegd. De afmetingen en de indeling van deze hokken zijn gelijk aan die van de hier onderzochte afdelingen. De oppervlakten van de roosters zijn in het conventionele systeem iets kleiner (224 cm<sup>2</sup> vs. 252 cm<sup>2</sup>). De zeug kwam ±1 week voor het biggen op de afdeling, na ±4 weken (dag 35) werden de biggen gespeend. Deze situatie is identiek aan die van het onderzochte systeem.

De conventionele biggenopfokafdeling bestond uit 20 grondhokken van 90 cm bij 220 cm, dubbelrijig met een volledige roostervloer. Onder de metalen driekantroosters lag een mestput van anderhalve meter diep. Deze werd tijdens de ronde niet geleegd. Het roosteroppervlak was per big 0,25 m<sup>2</sup>. De biggen kwamen op een leeftijd van ca. 3 weken op de afdeling en verbleven daar 6 weken tot een gewicht van 25 kg. In onderhavig onderzoek was het hokoppervlak per big 0,36 tot 0,50 m<sup>2</sup> afhankelijk van het aantal biggen. Het roosteroppervlak per big was 0,23 m<sup>2</sup> tot 0,32 m<sup>2</sup>. De biggen werden hier op een leeftijd van ±4 weken gespeend, de verblijftijd op de afdeling was korter, respectievelijk 38, 22, 40 en 39 dagen.

In de Tabellen 6 en 7 zijn de gemeten emissiecijfers per dag voor het onderzochte systeem en voor de conventionele systemen weergegeven. Voor de periode na het spenen is uitgegaan van de emissie per big en per biggenplaats. Per big betekent dat is gerekend met de aantallen biggen zoals die in de Tabellen 2 en 3 zijn weergegeven. Per biggenplaats betekent dat is gerekend is met het landelijk gemiddeld aantal biggen per toom van 9,3 (TEA, 1990).

Tabel 6. Ammoniakemissies van de kraamopfokstal met hellende putvloer met giergoot en mestschuiven.

		Ammoniakemissie in een kraamopfokstal met hellende putvloer met giergoot en mestschuiven (g/dag)			
		Totaal per zeug	Voor spenen per zeug	Na spenen per big	Na spenen per biggenplaats <sup>1</sup>
periode 1	afdeling 1	10,2	8,4	1,5	1,3
	afdeling 2	8,9	9,1	1,0	0,9
periode 2	afdeling 1	14,6	11,1	1,9	1,9
	afdeling 2	11,8	8,7	1,3	1,6

1: Een zeugenplaats heeft 9,3 biggenplaatsen op basis van de TEA-norm 1990.

Tabel 7. Ammoniakemissies uit conventionele systemen.

Kraamafdeling per zeug (g/dag)	Biggenopfok per biggenplaats (g/dag)
27,6	2,0

Met deze cijfers is rechtstreeks te berekenen wat de procentuele reducties in ammoniakemissies waren voor het spenen en na het spenen. Om de reductie voor de totale periode per zeug per dag te berekenen werd op basis van de toomgrootte, de lengten van de kraamperiodes en de lengten van de biggenopfokperiodes per afdeling per ronde een gewogen gemiddelde berekend. Deze dienden als referentie voor de emissie per zeug. Voor de eerste periode afdeling 1 betekende dit:  $((27,6 \times 33) + (2,0 \times 38 \times 7,8)) / 71 = 21,2$  g/dag. T.o.v. de 10,2 g/dag geëmitteerde ammoniak per zeug zoals in Tabel 6 staat weergegeven komt dit neer op 51,8%.

Tabel 8. Redukties van de ammoniakemissies in een kraamopfokstal met hellende putvloer met giergoot en mestschuiven t.o.v. conventionele huisvestingsystemen.

		Reduktie van ammoniakemissie (%)			
		Totaal per zeug	Voor spenen per zeug	na spenen per big	na spenen per biggenplaats <sup>1</sup>
periode 1	afdeling 1	51,8	69,6	25,0	35,0
	afdeling 2	62,9	67,0	50,0	55,0
periode 2	afdeling 1	35,7	59,8	5,0	5,0
	afdeling 2	52,2	68,5	35,0	20,0

1: Een zeugenplaats heeft 9,3 biggenplaatsen op basis van de TEA-norm 1990.

Opvallend is dat voor het spenen een redelijke emissiereductie gerealiseerd wordt. Wanneer de zeug weg is val dit tegen.

## 4. Diskussie

Bij de interpretatie van de gegevens moet in ogenschouw genomen worden dat de referentie na het spenen afkomstig is van biggenopfokhokken. Dit is een andere manier van huisvesten. Het rooster- en putoppervlak was hier  $0,25 \text{ m}^2$  per big. Afhankelijk van het aantal biggen per afdeling is dit in de kraamopfokstal  $0,23$  (toomgrootte 11 biggen) tot  $0,32 \text{ m}^2$  (toomgrootte 7,8 biggen). Eerder onderzoek heeft uitgewezen dat in een biggenbatterij minder dan 20% van de emissie van de roosters komt (Montsma & Groenestein, 1992). Dit betekent dat de kelder de doorslaggevende emissiefactor is. Het dichte betegelde hokgedeelte bleef schoon en zal evenmin veel aan de emissie bijdragen. Dit dichte gedeelte vergroot echter wel het loopoppervlak van de biggen, wat kan betekenen dat de mest in het begin van de opfokperiode wat minder goed door de roosters getrapt werd. Gezien het emissienivo en de samenstelling van de mest bij aanvang van de ronde zal dit effect niet zo groot zijn. Een ander verschil tussen biggenopfok en kraamopfok is de lengte van de opfokperiode. In eerstgenoemd geval zijn de biggen  $\pm 6$  weken op de afdeling gehuisvest, in een kraamopfokhok  $\pm 10$  weken. Dit zou kunnen betekenen dat de hokken van de kraamopfok wat meer bevuild zijn. Meer bevuiling zal meer emissie tot gevolg hebben. Al met al kan bovenstaande vergelijking wat nadelig uitvallen voor de emissiereductie in het kraamopfokhok, maar niet in die mate dat het verschil in emissiereductie tussen de periode voor en na het spenen verklaart.

Een verschil dat wat betreft de emissie positief uitvalt voor de kraamopfok is het verschil in staltemperatuur. Deze was in de referentiestal  $4$  à  $5^\circ\text{C}$  hoger dan in onderhavige stal. Omgevingstemperatuur heeft een verhogend effect op de ammoniakemissie (Eizing et al., 1992)

Een uitleg voor het verschil in emissiereductie tussen de periode voor en na het spenen zou kunnen zijn dat de schuiven, de vloer en de ketting in de giergoot in de loop van de periode bevuild raken met vaste mest. Wanneer de oppervlakken niet schoon genoeg zijn zal toch urine op de oppervlakken met vaste mest achterblijven. Urease en ureum kunnen dan reageren, waarbij  $\text{NH}_3$  vrijkomt.

De relatief hoge emissiereductie van 50% na het spenen in de eerste periode van afdeling 2 spreekt bovenstaande tegen, maar dit is een vertekend beeld omdat de biggen hier vroegtijdig verwijderd waren (Tabel 2). Bij een berekening van de gemiddelde reductie op basis van de cijfers uit Tabel 8 is dit percentage niet meegenomen. Voor het spenen was het ammoniakemissie-reducerend effect van het onderzochte systeem  $\pm 65\%$ ; na het spenen werd dit  $\pm 20\%$ , variërend van 5 tot 35%. Hier dient nog vermeld te worden dat bij ijkking van de convertor van het conventionele afdeling met kraamopfokhokken bleek, dat een deel van de aangeboden  $\text{NH}_3$  niet gemeten werd (Verdoes, mondelinge mededeling). Het was niet te achterhalen wanneer dit defekt begonnen was, maar mogelijk is het referentiegetal te laag. Dit betekent dat de reductie in emissie groter kan zijn dan 65%.

Wanneer de Tabellen 3 en 5 vergeleken worden met Tabel 6 blijkt, dat bij een hoger ventilatiedebiet meer ammoniak emitteert. Een hoger ventilatiedebiet komt voor wanneer het verschil tussen de temperatuur van de ingaande lucht en die van de afdeling kleiner is. Anders gezegd: als de temperatuur van de ingaande lucht laag is t.o.v. de afdelingstemperatuur hoeft minder geventileerd te worden om de afdeling op de gewenste temperatuur te houden. Dit gaat gepaard met een lagere ammoniakemissie. Een uitzondering hier op vormen de cijfers van de totale periode van afdeling 2 tijdens de eerste periode. Het verschil tussen de temperatuur van de ingaande lucht en die van de afdeling was groter dan dat bij afdeling 1 het geval was. Het ventilatiedebiet was hier echter niet lager (Tabel 3). De opfokperiode was hier echter 12 dagen korter. De biggen werden hier op een gewicht van 18 kg verwijderd. Andere verklaringen voor een hogere ventilatie in afdeling 1, zoals een hogere warmteproductie door meer dieren, een andere ligging t.o.v. de windrichting of een betere isolatie, gaan hier, gezien de proefomstandigheden, niet op (Tabel 2 en 4; Bijlage 1).

## 5. Conclusie

Een mestschuifstelsysteem over een gecoate hellende vloer onder de roosters en een giergoot, met als doel de urine direkt uit de stal te verwijderen, heeft wat ammoniak betreft emissie-reducerende potentie. Tijdens dit onderzoek in een zeugenstal was de emissiereductie tijdens de kraamopfokperiode voor het spenen minstens 65%, na het spenen was dit minder en varieerde van 5 tot 35%.

Uit dit onderzoek bleek dat bij een konstante staltemperatuur een sterk verband tussen ventilatie en emissie zichtbaar is. Tevens bleek een verband tussen ventilatie en het verschil tussen de temperatuur van de ingaande lucht en die van de stallucht.

De onderzochte zeugenstal was nieuw. Er hadden maar één à twee ronden gedraaid voor de meetperiode aanving. Het is niet bekend hoe het systeem op de langere termijn funktioneert. Over de duurzaamheid van het systeem is daarom geen uitspraak te doen.

## Literatuur

Elzing, B., W. Kroodsmā, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissie-metingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. IMAG-DLO Rapport 92-3, Wageningen.

Groot Koerkamp, P.W.G., N. Verdoes & G.J. Monteny, 1990. Naar stallen met beperkte ammoniak-uitstoot deel 1: bronnen, processen en factoren. CLO-blad Oogst, 's-Gravenhage.

Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.

Montsma, H. en C.M. Groenestein, 1992. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen: biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering, Rapport 92-1001, DLO, Wageningen.

N.N., 1989. Nationaal Milieubeleidsplan. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nrs. 1-2 p. 134, SDU uitgeverij 's-Gravenhage.

Scholtens, R., 1990. Ammoniakemissionsmessungen in zwangbelüfteten Ställen. in: Ammoniak in der Umwelt. KTBL-schrift: 20.1-20.9.