Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Praktijkonderzoek naar de ammoniak-emissie van stallen VIII

Vleesvarkensstal met overdrukventilatie en luchtverdeling via slangen

B. Reitsma
C.M. Groenestein

dlo

Rapport 93-1003

Praktijkonderzoek naar de ammoniak-emissie van stallen VIII

Vleesvarkensstal met overdrukventilatie en luchtverdeling via slangen

B. Reitsma
C.M. Groenestein

Rapport 93-1003
Augustus 1993

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59
6700 AB Wageningen

Verkrijgbaar bij:
IMAG-DLO
Postbus 43
6700 AA Wageningen

Inhoud

Samenvatting 2

1 Inleiding 3

2 Materiaal en methode 4

3 Resultaten 8

4 Discussie 11

5 Conclusie 13

Literatuur 14

Bijlagen

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x een van de meest belangrijke verzurende komponenten 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.

In dit kader is onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een vleesvarkensstal met overdrukventilatie. De lucht wordt aktief in de stal gebracht en via luchtslangen over de stal verdeeld. Via nokkokers verlaat de lucht de stal weer. Met regelbare kleppen in de nokkokers wordt de stal onder druk gehouden. De vraagstelling voor dit onderzoek was of deze manier van ventileren een reducerend effect zou hebben op de emissie van NH_3. De NH_3-emissie is vergeleken met de in de Richtlijn Ammoniak en Veehouderij 1991 opgenomen emissiefaktor voor vleesvarkens op een volledig roostervloer met gehele onderkeldering, zijnde 3,0 kg NH_3 per dierplaats per jaar.

De meetperiode besloeg twee mestronden in de periode van 3 april 1992 tot 4 januari 1993. De stal die was uitgerust met volledig roostervloer, was geheel onderkelderd. Er werden per mestronde 310 varkens (Cofok) opgezet. Wanneer rekening wordt gehouden met de toekomstige welzijnseis ten aanzien van de hokbezetting, die in januari 1994 van kracht wordt, geldt 0,70 m^2 per dier. Dit komt neer op 247 dierplaatsen. Wanneer tevens de geoorloofde bezetting van 0,50 m^2 tot een diergewicht van 50 kg proportioneel wordt verrekend kan worden uitgegaan van een gemiddelde bezetting van 0,65 m^2 per dier. Dit komt neer op 266 dierplaatsen.

Gedurende de eerste mestronde bedroeg de emissie uitgaande van een gemiddelde bezetting (0,65 m^2 per dier), op jaarbasis 2,0 kg per dierplaats. Gedurende de tweede mestronde was dit 1,9 kg. Dit betekende een reduktie van respektievelijk 33 en 36% t.o.v. de emissiefaktor (3,0 kg). Berekeningen met 247 dierplaatsen (0,70 m^2 per dier) komen uit op 2,2 en 2,1 kg voor de respektievelijke perioden. Dit houdt een reduktie in van 28 en 31%.

Het gemiddelde ventilatiedebiet was met name tijdens de eerste mestronde, gezien de hoge buitentemperatuur, opvallend laag. Uit dit onderzoek is niet naar voren gekomen welk aspekt van de ventilatie, te weten de luchtbeweging, de luchtverdeling, het lage debiet of een kombinatie van genoemde aspekten, doorslaggevend was voor de emissiereduktie.

1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende komponenten van ons milieu zijn SO_2, NO_x (NO en NO_2) en NH_3, samen met hun reaktieprodukten, in het kort SO_x, NO_y en NH_x genoemd. In 1989 was 81% van de verzuring door NH_x uit eigen land afkomstig en kwam 94% daarvan uit de landbouw. De bijdrage van 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 (Nationaal Milieubeleidsplan, 1989). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestingsystemen voor landbouwhuisdieren.

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk vele ideeën en initiatieven om de ammoniakemissie 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 NH_3-emissievermindering perspektief bieden. Deze begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven. Het onderzoek wordt vervolgens uitgevoerd door de DLO-stalmeetploeg.

In bovenstaand kader werd de ammoniakemissie gemeten van een vleesvarkensstal met overdrukventilatie. Bij dit systeem wordt de lucht aktief in de stal gebracht en via luchtslangen over de stal verdeeld. Via nokkokers verlaat de lucht de stal. Met regelbare kleppen in de nokkokers wordt de stal onder druk gehouden. De vraagstelling voor dit onderzoek was of deze manier van ventileren een verlagend effekt zou hebben op de emissie van NH_3.

2 Materiaal en methode

Van 3 april 1992 tot 4 januari 1993 is de ammoniakemissie gedurende twee mestronden gemeten in een vleesvarkensstal met overdrukventilatie. Het principe van overdrukventilatie is dat de lucht aktief in de stal wordt gebracht en passief de stal verlaat. Dit in tegenstelling tot het meer algemene onderdruk-principe waarbij de lucht aktief wordt afgevoerd.

De afdeling was 24 m lang en 11 m breed en had 2 voergangen. Aan weerszijden van elke voergang waren 8 hokken aanwezig. De afmetingen per hok bedroegen 3,0 x 1,8 m, exclusief trog. De hokafscheidingen waren geheel dicht. De volledig roostervloer bestond uit betonroosters met een balkbreedte van 10 cm en een spleetbreedte van 2 cm. De afdeling was volledig onderkelderd met een diepte van ca. 1 m. Er werden per mestronde 310 varkens (Cofok) opgezet. Dit betekent 0,56 m^2 hokoppervlak per dier. Wanneer rekening wordt gehouden met de toekomstige welzijnseisen ten aanzien van de hokbezetting, die in januari 1994 van kracht wordt, geldt 0,70 m^2 per dier. Dit komt neer op 247 dierplaatsen. Wanneer we tevens de geoorloofde bezetting van 0,50 m^2 tot een diergewicht van 50 kg proportioneel verrekenen kan worden uitgegaan van een gemiddelde bezetting van 0,65 m^2 per dier. Dit komt neer op 266 dierplaatsen.

In Bijlage 1 is de plattegrond en een dwarsdoorsnede van de stal weergegeven. Met 4 ventilatoren (doorsnede 50 cm; maximum capaciteit zonder tegendruk 8000 m^3/uur) werd buitenlucht, vanuit de centrale gang, in de stal gebracht. Via 4 aan de ventilatiekokers gemonteerde luchtslangen over de gehele lengte van de stal werd de lucht over de afdeling verdeeld. De lucht verliet de stal via 4 nokkokers. In deze nokkokers waren handmatig regelbare kleppen gemonteerd om de stal onder druk te houden. Door het instellen van een maximum klepstand werd voorkomen dat door windinvloeden de kleppen ongewenst geheel geopend konden worden. De ventilatie was op temperatuur geregeld, met een minimum van 30 à 40% van de maximum capaciteit. Het vergroten van het ventilatiedebiet werd geregeld door verhogen van de minimum-ventilatie en/of vergroten van de luchtuitlaat. Voor een betere verdeling van de ingaande lucht over de stal werden na de eerste mestronde nieuwe luchtslangen met minder gaten in de stal geplaatst. De ingaande lucht kon door middel van 4 gaskachels in de centrale gang verwarmd worden.

Er werd 2 maal daags (om ca. 9:00 en 17:00 uur) handmatig brijvoeder verstrekt. In de tweede helft van de eerste mestronde werd i.v.m. het warme weer om ca. 12:00 uur extra water (ca. 1,5 l/varken) verstrekt. In onderstaande tabel wordt de samenstelling van de verschillende voeders en het voerschema gegeven.

Tabel 1. Voerschema met hoeveelheden in kg, energiewaarde (EW) per kg voer en eiwitgehalte (re) in g/kg.

Voer	hoeveelheid		EW	re
	mestronde 1	mestronde 2		
Babybiggenkorrel	3998	0	1,07	190
Startkorrel	4052	8160	1,07	174
Overgangskorrel	14266	16116	1,06	170
afmestkorrel-1	67412	0	1,05	163
afmestkorrel-2	0	48231	1,12	159

Het gemiddelde eiwitgehalte in het voer tijdens de eerste mestronde was 166 g/kg, tijdens de tweede mestronde was dit 163 g/kg. De gemiddelde energiewaarde in het voer was 1,05 tijdens de eerste mestronde en 1,10 tijdens de tweede mestronde.

De technische resultaten van beide mestronden en het landelijk gemiddelde zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2. Technische resultaten van beide mestronden per afgeleverd varken in de stal met overdrukventilatie en het landelijk gemiddelde.

	Mestronde		Gemiddeld[1]
	1	2	
Gemiddeld aantal ligdagen	141	119	120
Opleggewicht (kg)	24,9	25,7	23
Levend eindgewicht (kg)	113,1	110,6[2]	107,9
Aflevergewicht (kg)	87,0[3]	85,1	83,0
Groei per dag (g)	626	713	712
Voerverbruik (kg)	298	240	243
Voerverbruik per dag (kg)	2,11	2,02	2,03
Voederconversie	3,37	2,83	2,86
EW-conversie	3,55	3,12	3,03[4]
Uitval (%)	2.9	2,6	2,1

1: Uit: Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1992-1993;
2: Berekend als produkt van het aflevergewicht en de faktor 1,3;
3: Berekend als quotiënt van het levend eindgewicht en de faktor 1,3;
4: Berekend op basis van energiewaarde van voerpakket van 1,06 EW.

In de tweede ronde was de voederconversie beter dan gemiddeld. Vanwege de hoge energie-inhoud van het voer was de EW-conversie echter hoger, maar wel lager dan in de eerste ronde. In de tweede helft van de eerste mestronde kwam griep voor: van dag 105 tot dag 115 is daarom oxytetracycline aan het voer toegevoegd. In de tweede mestronde werden de varkens op dag 39 ingeënt tegen Aujeszky (in de eerste mestronde is hier niet tegen ingeënt) en werd van dag 43 tot dag 53 oxytetracycline aan het voer toegevoegd tegen hoesten. In beide ronden werden de varkens behandeld met een ontwormingsmiddel en werden enkele varkens behandeld met penicilline.

Gedurende de meetperiode zijn de volgende variabelen continu gemeten:
- NH_3-concentratie van de ingaande en uitgaande lucht (mg/m^3);
- Ventilatiedebiet van ingaande en uitgaande lucht (m^3/uur);
- Relatieve luchtvochtigheid (RH) voor en achter in de stal, in de centrale gang en buiten (%);
- Temperatuur (T) voor en achter in de stal, in de centrale gang en buiten (°C).

Maandelijks werden in ventilator 2 en 4 (zie Bijlage 1) en buiten luchtmonsters genomen waarin met een gaschromatograaf de CO_2-concentratie werd gemeten. Met rookproeven werd het luchtbewegings-patroon bekeken.

De NH_3-concentratie werd continu gemeten met behulp van een NO_x-monitor (monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reaktie tussen O_3 en NO:

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2 + \text{licht (1.100 nm = rood licht)}$$

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 NH_3 te kunnen meten moet het eerst omgezet worden met een convertor tot NO. In de convertor passeert de

luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot 795°C. Bij deze temperatuur wordt NH_3 geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH_3 tot een minimum te beperken. NH_3 adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor bij een te grote afstand tussen monsternamepunt en convertor, metingen verstoord kunnen worden. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om kondensvorming in de slangen te voorkomen werden alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. De monsternamepunten van de uitgaande lucht bevonden zich in de nokkokers tussen de meetventilator (zie volgende alinea) en de klep. Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich in de centrale gang. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De NH_3-concentratie werd uit de gemeten NO-concentratie afgeleid.

Om het debiet van de ingaande lucht te meten werden in de ventilatiekokers voor de ventilatoren meetventilatoren geplaatst. Het debiet van de uitgaande lucht werd gemeten door in de nokkokers meetventilatoren te plaatsen. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven welke werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet werd bepaald met behulp van een volgens de voormalige NEN-norm 1048-11 gebouwde windtunnel. De ventilatoren werden met een tegendruk (vergelijkbaar met de in de stal heersende overdruk) geijkt. De relatie tussen het ventilatiedebiet (m^3/uur) en het geregistreerde aantal pulsen bij de luchtinlaat was:

$$V = 11{,}56 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) - 34{,}27$$

De relatie tussen het ventilatiedebiet en het geregistreerde aantal pulsen bij de luchtuitlaat was afhankelijk van de stand van de kleppen. Bij een klepstand van 10 - 40% (100% is helemaal open) werd de volgende relatie gevonden:

$$V = 11{,}94 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 188{,}19$$

De relatie bij een klepstand van 40% - 90% was:

$$V = 12{,}48 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) - 44{,}84$$

De temperatuur en de relatieve vochtigheid werden gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygrometer I-100 serie) met een nauwkeurigheid van respektievelijk 0,5°C en 1,5%. De sensoren hingen op ca. 2 m hoogte bij de 1e en 4e nokkoker, in de centrale gang en buiten aan de noord-oost zijde van de stal.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer in de vier minuten werden de NH_3-concentratie, het ventilatiedebiet, RH en T gemeten. Per uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven.

Elke week werd de apparatuur gekontroleerd en de monitor geijkt met 45,5 ppm NO-gas. De absolute afwijking tijdens de ijking was gemiddeld 6%. Bij meer dan 5% afwijking van de monitor werden de waarden gekorrigeerd. Bij de ijking van de convertors bleek dat voor en na de metingen van de eerste mestronde gemiddeld 95% van de aangeboden NH_3 als NO_x werd gemeten. Bij de tweede mestronde werd bij aanvang 96%, en na afloop van de metingen 95% gemeten.

Door technische storingen en overlast door ratten (knagen aan kabels en monsternameslangen) waren er dagen waarop sommige of alle waarnemingen wegvielen.

In Bijlage 2 zijn de gemeten ventilatiedebieten weergegeven. Het verschil van ca. 10% tussen de hoeveelheid lucht die de stal ingebracht werd en die de stal verliet,

kan veroorzaakt zijn door het niet volledig luchtdicht zijn van de stal. Rookproeven en het feit dat het verschil bij hogere overdruk groter was bevestigden dit. Voor de berekening van de emissie is uitgegaan van de hoeveelheid ingaande lucht. De debieten uit de verschillende nokkokers, en de bijbehorende concentraties zijn berekend op basis van de onderlinge verhoudingen van de gemeten hoeveelheid uitgaande lucht en de totale hoeveelheid ingaande lucht. Rekenkundig kan dat als volgt worden weergegeven:

$$V_i = (v_i / V_{nok})\, V_{inl}$$

V_i = berekend ventilatiedebiet van nokventilator i, m^3/uur;
v_i = gemeten ventilatiedebiet van nokventilator i, m^3/uur;
V_{nok} = som van v_i, waarbij i = 1...4;
V_{inl} = ventilatiedebiet van de ingaande lucht, m^3/uur.

Voor de ammoniakconcentratie van de ingaande lucht werd gekorrigeerd. De totale emissie van NH_3 werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Bij ontbreken van meetgegevens over een bepaalde periode door storing werd ten behoeve van de cumulatie geïnterpoleerd.

In Tabel 3 zijn de gemiddelde temperatuur, ventilatiedebieten en de range van het CO_2-gehalte tijdens beide ronden weergegeven. De gemiddelde temperatuur in de stal was tijdens de eerste mestronde zeer hoog. Op 30 dagen werd in de middag een staltemperatuur van meer dan 30°C gemeten. Het weer was tijdens deze ronde met ca. 90 warme dagen (maximum temperatuur 20°C of hoger) warmer dan normaal (K.N.M.I., 1992). Dit had zijn weerslag op de technische resultaten, die onder het landelijke gemiddelde uitkwamen (Tabel 2). Bovendien viel op dag 82 door een stroomstoring de ventilatie enkele uren uit.

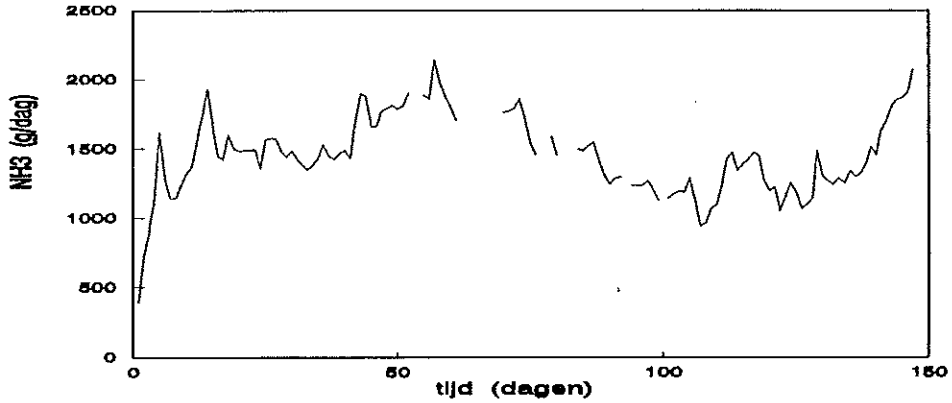
Tabel 3. Gemiddelde temperatuur (°C), ventilatie (m^3/uur per dier) en CO_2-gehalte (vol %) gedurende de twee mestronden.

	mestronde	
	1	2
Temperatuur stal	25,0	21,1
Temperatuur buiten	17,2	9,3
Ventilatiedebiet	33,5	29,2
CO_2-gehalte[1]	<0,2	<0,2

1: CO_2-gehalte op basis van maandelijks genomen luchtmonsters.

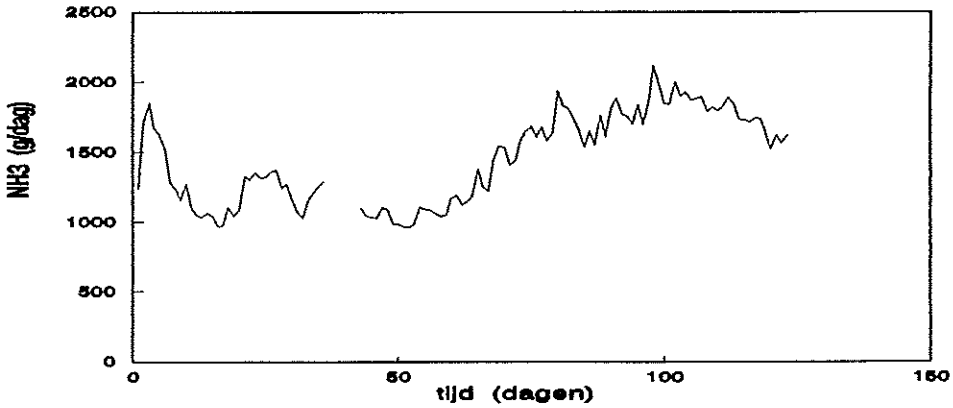
3 Resultaten

In Figuur 1 is het verloop van de daggemiddelden van de NH_3-emissie tijdens de eerste mestronde weergegeven. De emissie vertoont een licht stijgend verloop tot dag 73, waarna deze daalt om vervolgens op het einde van de ronde weer te stijgen. De stijging van de emissie tot dag 73 ging gepaard met toenemend debiet, temperatuur en mestproduktie (N-bron). Na dag 73 nam de N-bron nog steeds toe; de ventilatie en temperatuur waren konstant. Dit betekent dat een andere faktor verantwoordelijk zal zijn geweest voor de daling van de emissie. Opvallend was dat de roosters in de hokken, in vergelijking met de eerste helft van de mestronde, zeer droog waren en de mesthoeken klein. Op dag 106 werden 38 varkens afgeleverd. Ca. 2 weken voor het einde van de mestronde werden vloer en roosters vochtig. Enkele dagen voor het einde van de mestronde werd schuim op de mest waargenomen.



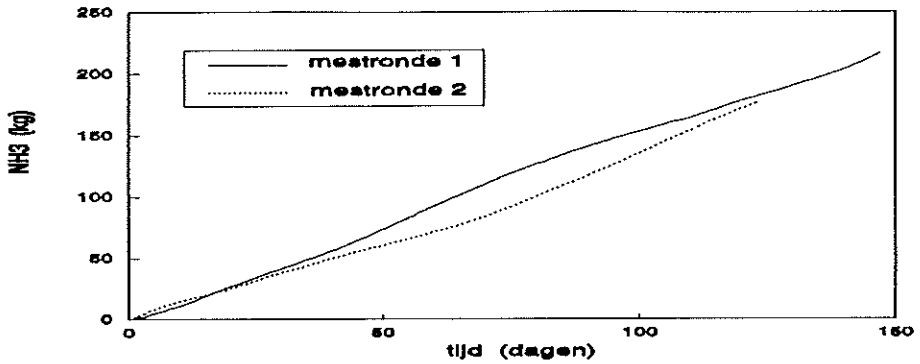
Figuur 1. NH_3-emissie per dag tijdens de eerste ronde.

Figuur 2 geeft het verloop van de NH_3-emissie tijdens de tweede mestronde aan. De emissie was bij aanvang van de mestronde hoog. Mogelijk was dit het gevolg van de hierboven beschreven omstandigheden die aan het einde van de 1e mestronde (1 week eerder) een rol speelden. Een deel van deze hoge emissie kan verklaard worden door het verwijderen van 30 m^3 mest uit de kelder. Het emitterend oppervlak wordt dan tijdelijk vergroot doordat bij verlaging van het mestnivo in de kelder mest op de wanden achterblijft. Ook op dag 7, 20, 97 en 98 werd per dag ca. 30 à 40 m^3 mest uit de mestkelder gehaald. De stijging rond dag 20 ging gepaard met een toenemende ventilatie en temperatuur. Rond dag 60 begon de emissie te stijgen om vervolgens op het eind van de mestronde licht te dalen.Op dag 100 werden 36 varkens afgeleverd. De daling van de emissie op het eind van de mestronde ging gepaard met een afnemende temperatuur.



Figuur 2. NH_3-emissie per dag tijdens de tweede mestronde.

In Figuur 3 zijn de cumulatieve emissies van beide ronden weergegeven.



Figuur 3. Cumulatieve NH_3-emissie van beide mestronden.

In Tabel 4 zijn de emissiecijfers per dier en dierplaats weergegeven. De emissie is berekend per mestronde, respektievelijk 147 en 123 dagen, en per jaar op basis van respektievelijk 2,5 en 3 mestronden.

Tabel 4. Ammoniakemissie (kg) per mestronde en per jaar berekend over de duur van de mestronde (147 c.q. 123 dagen) en het aantal aanwezige dieren (310) en gekorrigeerd voor de duur van de gemiddelde mestronde (120 dagen) en bezetting (dierplaats 1: 0,65 m^2/dier, oftewel 266 dierplaatsen; dierplaats 2: 0,70 m^2/dier, oftewel 247 dierplaatsen).

duur			per ronde	per jaar
mestronde 1	147	per dier	0,70	1,74
		per dierplaats 1	0,81	2,03
		per dierplaats 2	0,87	2,18
	120	per dier	0,57	1,72
		per dierplaats 1	0,67	2,00
		per dierplaats 2	0,72	2,16
mestronde 2	123	per dier	0,57	1,70
		per dierplaats 1	0,66	1,99
		per dierplaats 2	0,71	2,14
	120	per dier	0,55	1,65
		per dierplaats 1	0,64	1,92
		per dierplaats 2	0,69	2,07

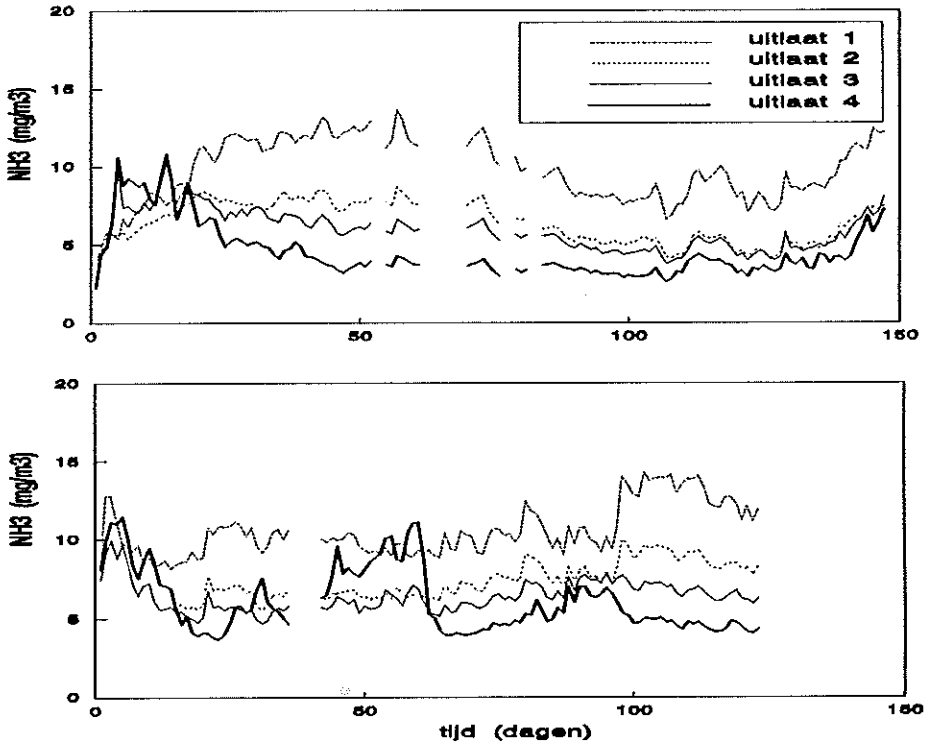
De in de Richtlijn Ammoniak en Veehouderij 1991 opgenomen emissiefaktor per dierplaats per jaar voor vleesvarkens op een volledig of gedeeltelijk roostervloer met gehele onderkeldering bedraagt 3,0 kg. De emissiefaktor is gebaseerd op een gemiddelde mestronde van 120 dagen. In Tabel 5 zijn de redukties van de ammoniakemissie per dierplaats ten opzichte van de emissiefaktor gegeven. Voor de berekening van de emissie op jaarbasis van onderhavig onderzoek is uitgegaan van de emissie na 120 dagen, 3 mestronden per jaar en een bezetting van 0,65 en 0,70 m^2 per dier (266 en 247 dierplaatsen).

Tabel 5. Ammoniakemissie op jaarbasis (kg) en reduktie van de ammoniakemissie (%) per dierplaats t.o.v. de emissiefaktor bij 0,65 en 0,70 m^2 per dier.

	hokbezetting	ammoniakemissie	reduktie
mestronde 1	0,65	2,0	33
	0,70	2,2	28
mestronde 2	0,65	1,9	36
	0,70	2,1	31

4 Discussie

In Figuur 4 zijn de daggemiddelden van de NH_3-concentraties per ronde weergegeven. Tijdens de eerste mestronde waren de NH_3-concentraties in eerste instantie het hoogst in uitlaat 3 en 4 achter in de stal. Nadat op dag 23 de kleppen in de uitlaat verder open werden gezet (Bijlage 2) daalden daar de concentraties. Vanaf dat moment was er een duidelijke concentratiegradient in de lengterichting van de stal, met achter in de stal de laagste en voorin de hoogste NH_3-concentraties. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat wanneer de ventilatie onder een bepaald niveau zit, de luchtsnelheid te laag is om voldoende achter in de stal te komen. Lucht wordt daar dan minder goed ververst en de concentraties worden achter in de stal hoger. Bij een hoger ventilatiedebiet is de snelheid van de ingaande lucht voor in de stal mogelijk te hoog om de luchtslang te kunnen verlaten. Hierdoor wordt de situatie omgekeerd en zal bij hogere debieten de lucht voor in de stal minder ververst worden. Bovendien ontstaat in de stal een relatief drukverschil waardoor er een stroming van NH_3-houdende lucht van achter naar voren gericht is.



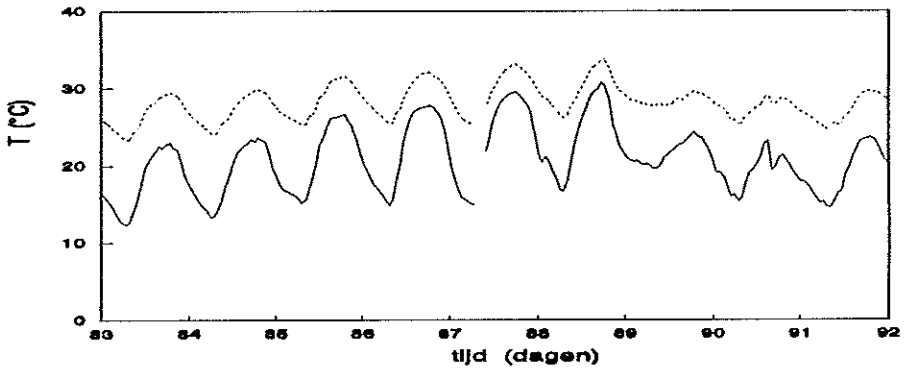
Figuur 4. NH_3-concentratie (daggemiddelden) in uitlaat 1,2,3 en 4 tijdens de eerste mestronde (boven) en tweede mestronde (onder).

Voor aanvang van de tweede mestronde zijn ten behoeve van een betere luchtverdeling in de stal luchtslangen met minder gaten in de stal opgehangen. Het verloop van de concentraties in de uitlaten ten opzichte van elkaar is vergelijkbaar met die van de eerste mestronde, behalve voor de concentratie achter in de stal tussen dag 30 en 68. Toen werd geprobeerd om met de ventilatieregeling een betere luchtverdeling in de stal tot stand te brengen (Bijlage 2). Uit Figuur 4 blijkt dat dit met name een verhogend effect had op de concentratie achter in de stal; bij een debiet van ca. 7000 m^3/uur was de luchtsnelheid in de slang te laag om voldoende lucht achter in de stal te krijgen.

Tijdens de tweede mestronde werd op dag 97 en 98 mest uit de kelder gehaald. De emissie vanaf de roosters zal gelijk zijn gebleven, maar de emissie vanuit de kelder zal zijn toegenomen door een vergroting van het emitterend oppervlak in de

kelder. Uit Figuur 4 blijkt dat de concentraties achter in de stal gelijk bleven (uitlaat 3) of afnamen (uitlaat 4), terwijl de concentraties voor in de stal (uitlaat 1 en 2) toenamen. Een verklaring zou kunnen zijn dat de luchtstroming in de stal, die van achter naar voren gericht was, voor een groot deel onder de roosters verliep, waarbij de NH_3-houdende lucht de mestkelder vooraan (bij uitlaat 1 en 2) de stal verliet.

Bij de interpretatie van de gegevens moet in ogenschouw genomen worden dat de eerste mestronde is verlopen in een periode met warmer weer dan normaal. Uit eerder onderzoek is gebleken dat een hoge omgevingstemperatuur een verhogend effekt heeft op de ammoniakemissie (Elzing et al., 1992). Het gemiddelde ventilatiedebiet tijdens de eerste mestronde was, gezien de hoge buitentemperatuur, opvallend laag met gemiddeld 34 en een maximum van ca. 40 m^3/uur per dier (Bijlage 2). Wordt er te weinig geventileerd dan zal het zuurstof-gehalte afnemen en het CO_2-gehalte toenemen. Het CO_2-gehalte is een maat voor de kwaliteit van de stallucht. Tabel 3 geeft aan dat er wat betreft het CO_2-gehalte voldoende geventileerd werd. Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten tijdens een periode met warme dagen is in Figuur 5 weergegeven. Bij een maximum temperatuur van rond de 30°C van de ingaande lucht werd het in de stal ca. 3,5°C warmer. Dit is acceptabel. 's Nachts liep de temperatuur minder terug dan verwacht en bleef in de weergegeven periode hoger dan 23°C.



Figuur 5. Gemiddelde temperatuur in de stal (stippellijn) en temperatuur van de ingaande lucht (doorgetrokken lijn) tijdens de eerste mestronde.

Ventilatie beïnvloedt de NH_3-emissie (Elzing et al., 1992). De vraagstelling voor dit onderzoek was of een andere manier van ventileren een verlagend effekt zou hebben op de emissie. Uit de resultaten blijkt dat onderhavig systeem een emissiereduktie tot gevolg had. Behalve een overdruksysteem in plaats van een onderdruksysteem was het ventilatiedebiet lager dan in een gemiddelde stalsituatie. De vraag blijft of dit lage ventilatiedebiet ook haalbaar is in een stal met onderdrukventilatie en of dan ook een vergelijkbare emissiereduktie zou kunnen worden gerealiseerd. De luchtbeweging in de stal was, al dan niet veroorzaakt door de luchtslangen, zodanig dat geen ideale menging plaats vond (Figuur 4). Dat deze configuratie van de ventilatie een emissiereducerend effekt had was duidelijk. Dit onderzoek heeft echter niet kunnen uitwijzen welk aspekt van de ventilatie hier doorslaggevend was, de luchtbeweging, de luchtverdeling en/of het lage ventilatiedebiet.

5 Conclusie

De vleesvarkensstal met overdrukventilatie emitteerde op jaarbasis per dierplaats, bij een hokbezetting van 0,65 m^2 per dier, tijdens de eerste mestronde 2,0 kg en tijdens de tweede mestronde 1,9 kg NH_3. Dit is een reduktie van 33 c.q. 36% ten opzichte van de emissiefaktor van een traditioneel systeem met volledig rooster, zoals opgenomen in de Richtlijn Ammoniak en Veehouderij 1991. Op basis van een hokbezetting van 0,70 m^2 per dier wordt de emissie respektievelijk 2,2 en 2,1 kg, wat een reduktie betekent van 28 en 31%.

Het gemiddelde ventilatiedebiet tijdens de eerste mestronde was, gezien de hoge buitentemperatuur, opvallend laag.

Onder de heersende omstandigheden was de luchtmenging in de stal niet optimaal.

Uit dit onderzoek is niet naar voren gekomen welk aspekt van de ventilatie, zoals de luchtbeweging, de luchtverdeling en/of het lage debiet, doorslaggevend was voor de reduktie van de ammoniakemissie.

Literatuur

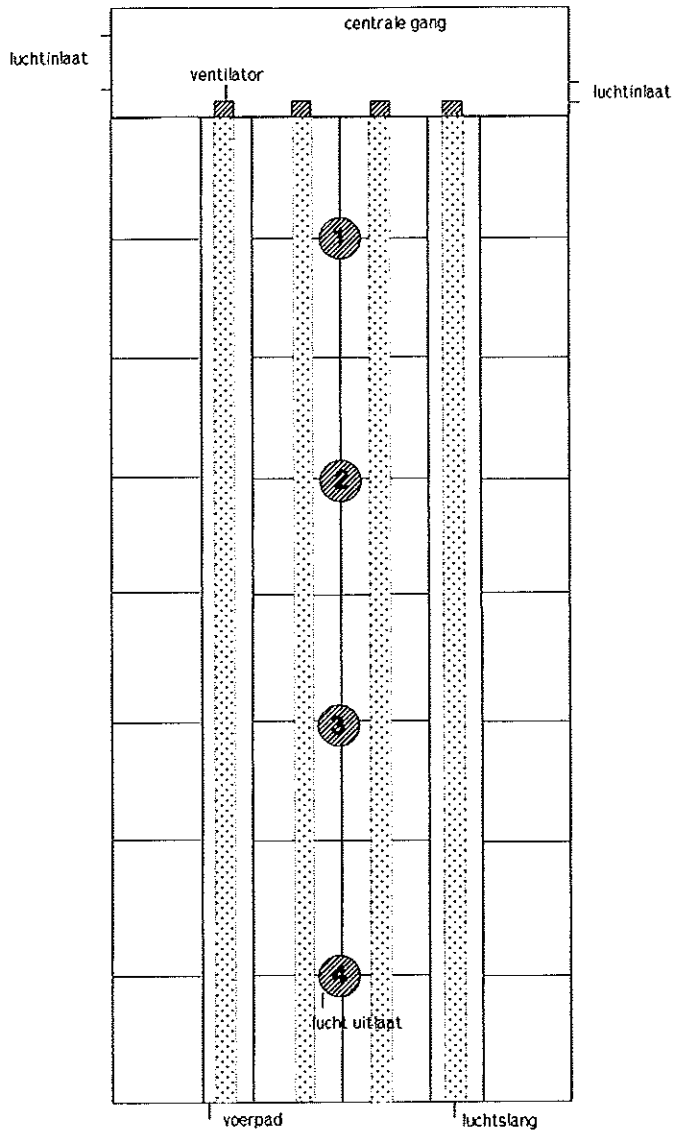
Elzing, B., W. Kroodsma, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissie-metingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. IMAG-DLO Rapport 92-3, Wageningen.

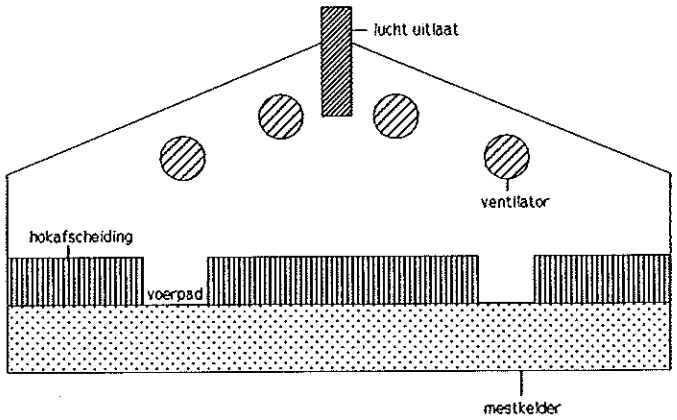
Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.

K.N.M.I., 1992. Maandoverzicht van het weer in Nederland, 89e jaargang nrs. 4-8, De Bilt.

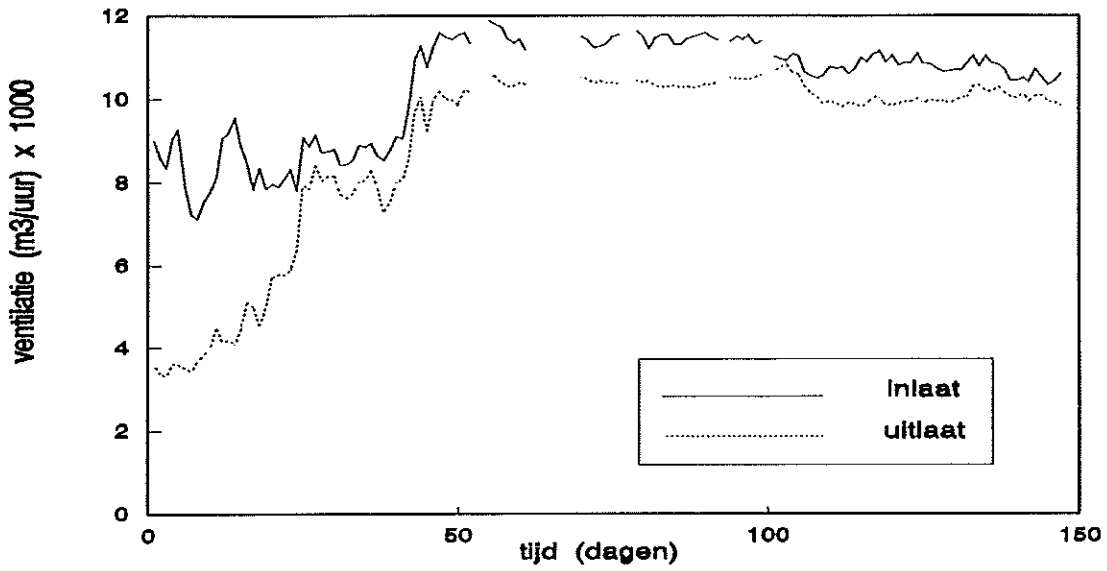
Nationaal Milieubeleidsplan, 1989. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nrs. 1-2 p. 134, SDU uitgeverij 's-Gravenhage.

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

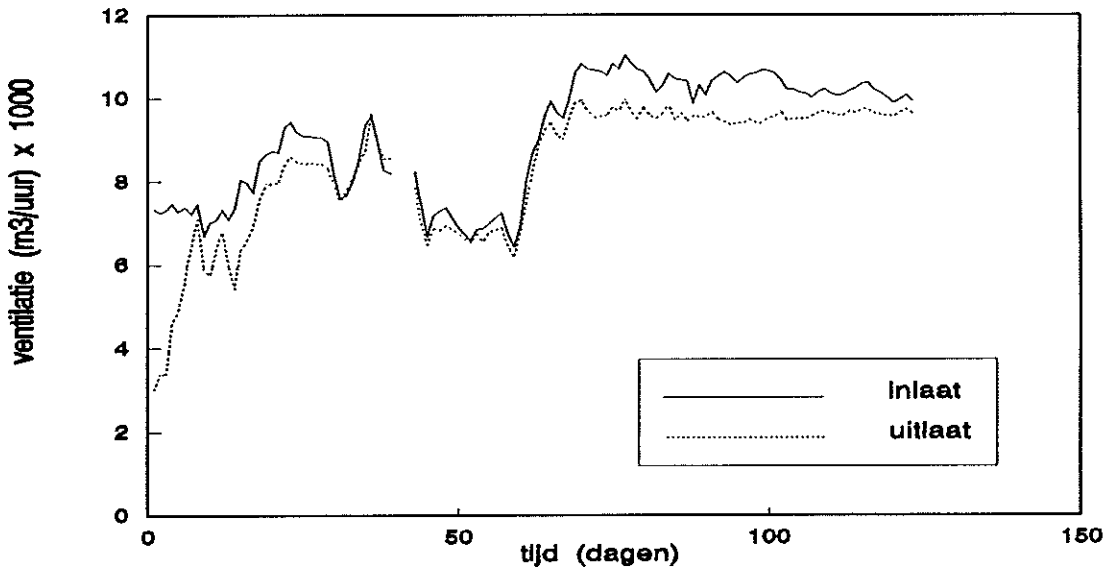




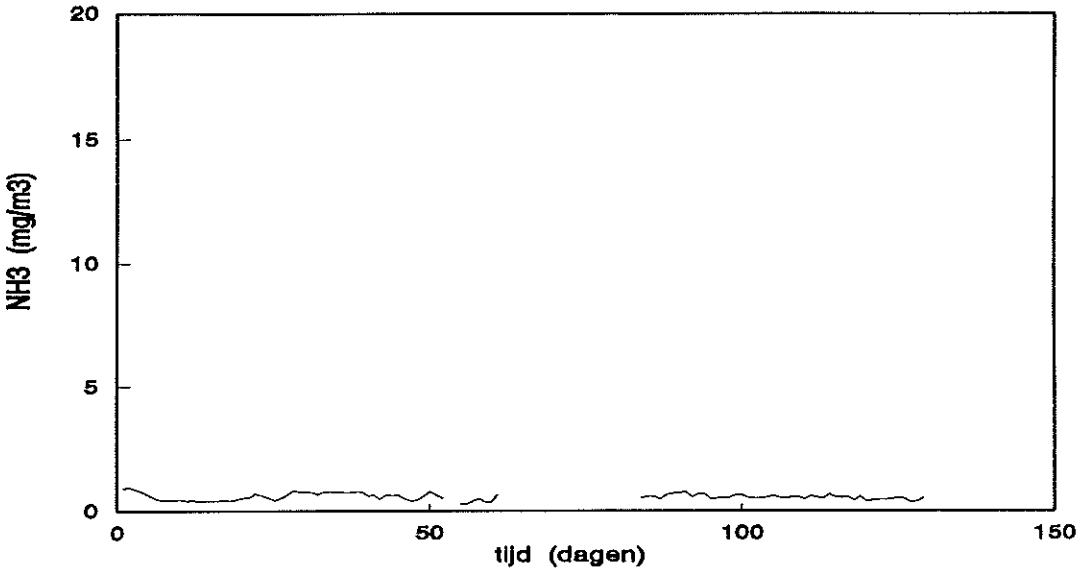
Figuur 1. Schematische weergave van de stal.



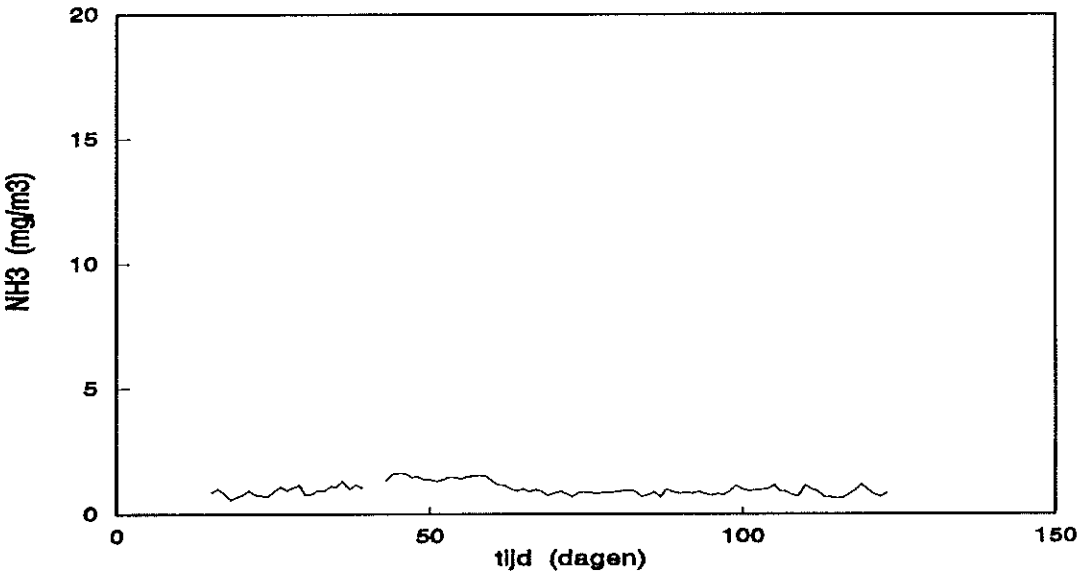
Figuur 1. Ventilatiedebiet van de inlaat en uitlaat tijdens de eerste mestronde (daggemiddelden).



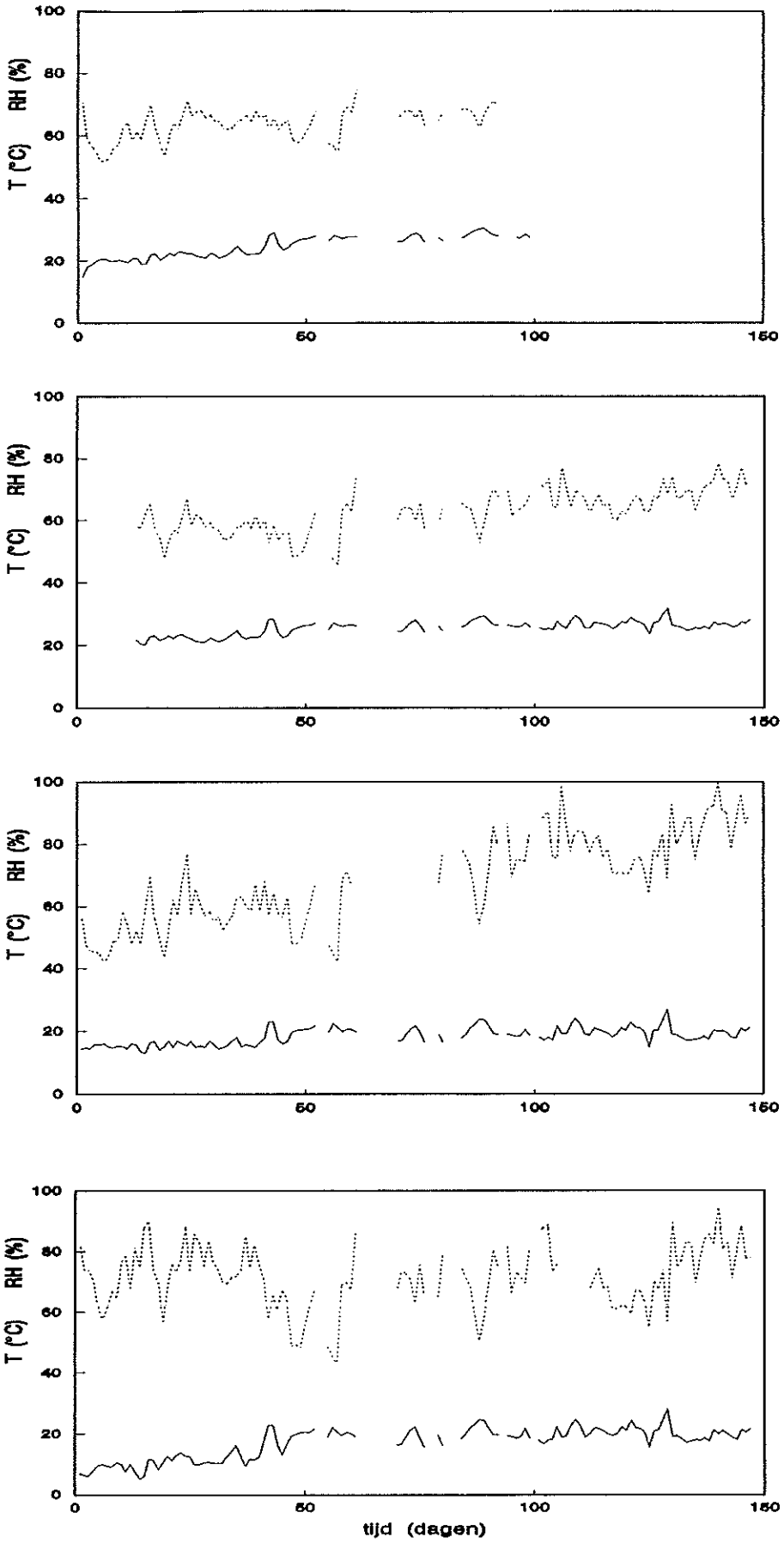
Figuur 2. Ventilatiedebiet van de inlaat en uitlaat tijdens de tweede mestronde (daggemiddelden).



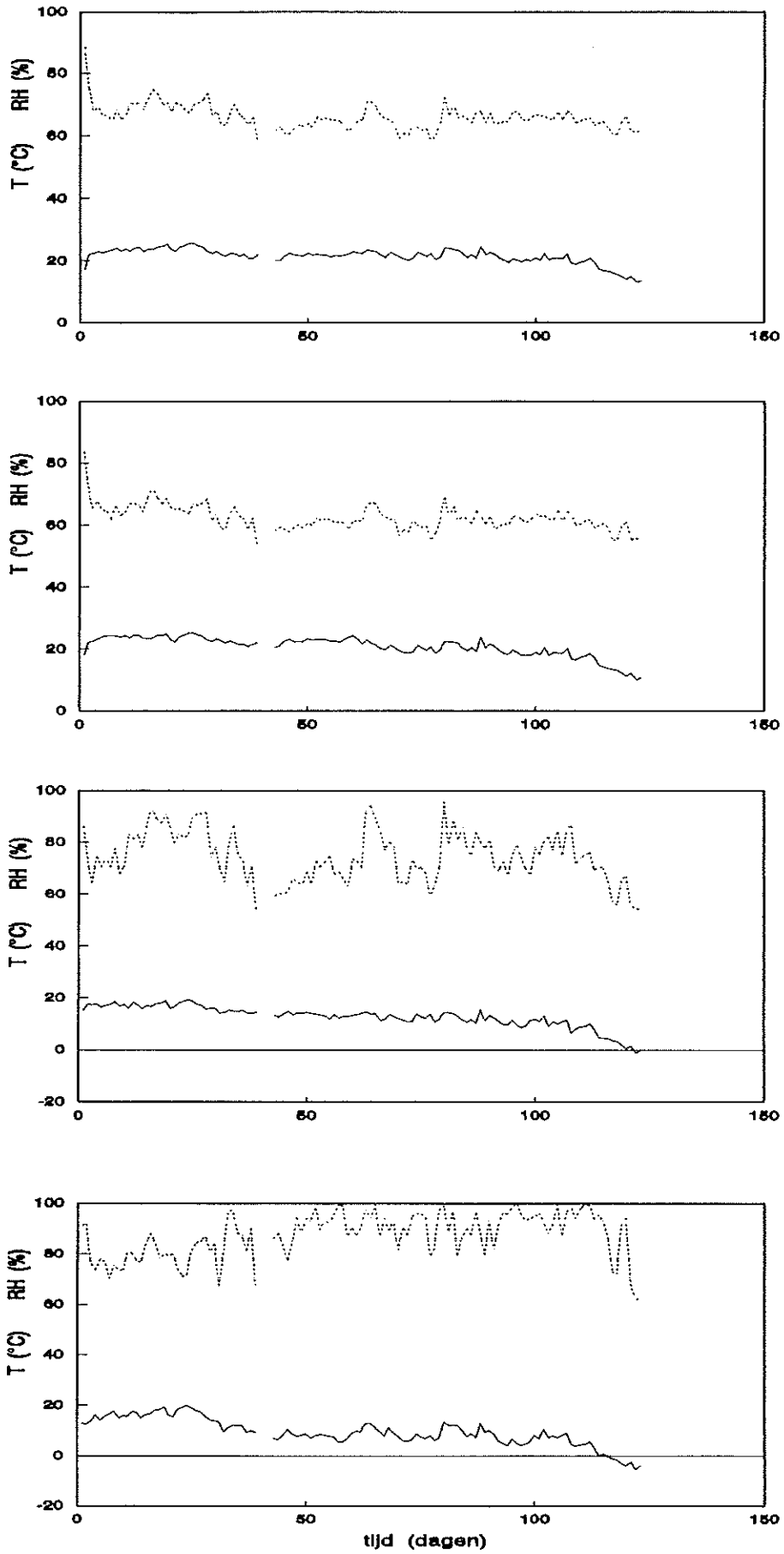
Figuur 1. NH_3-concentratie van de ingaande lucht tijdens de eerste mestronde (daggemiddelden).



Figuur 2. NH_3-concentratie van de ingaande lucht tijdens de tweede mestronde (daggemiddelden).



Figuur 1. Relatieve luchtvochtigheid (stippellijn) en temperatuur bij, van boven naar beneden, uitlaat 1, 4, van de ingaande lucht en buiten tijdens de eerste mestronde (daggemiddelden).



Figuur 2. Relatieve luchtvochtigheid (stippellijn) en temperatuur bij, van boven naar beneden, uitlaat 1, 4, van de ingaande lucht en buiten tijdens de tweede mestronde (daggemiddelden).