

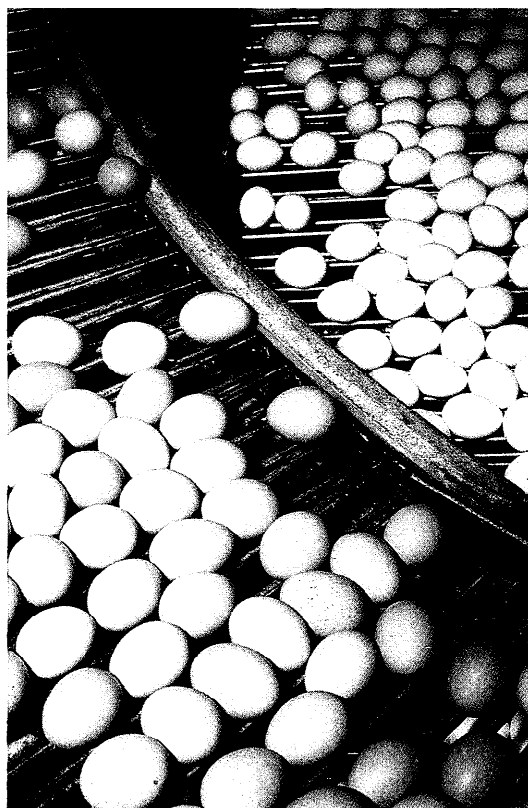


PP-uitgave no. 81

Mestbeluchting met buizen onder de beun bij scharrelhennen

*Ing. B.F. J. Reuvekamp
Ir. Th.G.C.M. van Niekerk*

Februari 1999



Mestbeluchting met buizen onder de beun bij scharrelhennen

**Manure drying with tubes beneath the slatted floor
in a deep litter system for laying hens**

**Ing. B.F. J. Reuvekamp
Ir. Th.G.C.M. van Niekerk**

Februari 1999

**Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt”
PP-uitgave no. 81**

PP-uitgave no. 8 1

Februari 1999

Losse nummers van de PP-uitgaven zijn verkrijgbaar door f10,00 over te maken op girorekening 3839554 of bankrekeningnummer 30.83.04.837 t.n.v. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij onder vermelding van PP-uitgave no.

PP-uitgave is een publicatie van Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt”.

Redactie en administratie:

Postbus 3 1

7360 AA Beekbergen

Tel.nr. 0555066500

Fax.nr. 055-5064858

Overname:

Geheel of gedeeltelijk overnemen van de inhoud uit deze uitgave is toegestaan, mits de bron wordt vermeld.

ISSN:

Voorwoord

Zowel de overheid als het bedrijfsleven vinden milieu, welzijn en productveiligheid belangrijke thema's voor de beoordeling van de legpluimveehouderij. Indien voor deze drie thema's voldaan wordt aan bepaalde randvoorwaarden, kan men spreken van een duurzame legpluimveehouderij.

In dit rapport zijn de resultaten van het onderzoek naar de vermindering van de ammoniakemissie bij scharrelhuisvesting weergegeven. De onderzochte methode is het van bovenaf beluchten van de mest onder de beun met PVC-buizen. Hoewel in drie proeven aanzienlijke vermindering van de ammoniakemissie kon worden gerealiseerd, zijn de kosten van deze methode hoog.

februari 1999,
Ir. G.W.H. Heusinkveld,
Directeur

INHOUD

Pag. .

SAMENVATTING	7
SUMMARY	9
1 INLEIDING	11
2 MATERIAAL EN METHODE	13
2.1 S talaccommodatie	13
2.2 Scharrelsystemen	13
2.3 Diermateriaal	14
2.4 Voeders	14
2.5 Snavelbehandelingen	16
2.6 Proefopzet per proef	17
2.7 Verzorging	18
2.8 Waarnemingen	19
2.8.1 Zoötechniek	19
2.8.2 Milieu en klimaat per proef	19
2.9 Statistiek	23
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	24
3.1 Zoötechnische resultaten en stofconcentratie 1' proef	24
3.2 Ammoniakemissie en droge stofgehalte 1" proef	26
3.3 Zoötechnische resultaten en stofconcentratie 2" proef	27
3.4 Ammoniakemissie en droge stofgehalte 2" proef	27
3.5 Zoötechnische resultaten, strooisel en stofconcentratie 3" proef	29
3.6 Ammoniakemissie en droge stofgehalte 3" proef	33
4 ECONOMISCHE EVALUATIE	40
5 CONCLUSIES	42
LITERATUUR	43
 Bijlage 1: Technische resultaten per week van traditioneel gehouden . . . *	 44
scharrelhennen, 3" proef.	
Bijlage 2: Technische resultaten per week van scharrelhennen bij	46
toepassing van buizenbeluchting onder de beun, 3" proef.	
Bijlage 3: Stofconcentratie en klimaatgegevens van het traditionele huis-	48
vestingssysteem voor scharrelhennen en met buizenbeluchting onder de beun, 3" proef.	
Bijlage 4: Ammoniakemissie en klimaatgegevens per dag van het.	49
traditionele huisvestingssysteem voor scharrelhennen, 3 ^e proef.	
Bijlage 5: Ammoniakemissie en klimaatgegevens per dag van het	53
huisvestingssysteem voor scharrelhennen met buizenbeluchting onder de beun, 3" proef.	
Bijlage 6: Grafieken van ammoniakconcentratie, debiet, ammoniak-	57
emissie, stal- en buiten temperatuur en RV per Groen labelperiode, 3" proef.	
Bijlage 7: English headings of the figure and English tables.....	62

Samenvatting

Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt” (PP) verricht onderzoek naar scharrelhuisvesting voor leghennen. Het ammoniakemissiegetal van het traditionele huisvestingssysteem is 3 15 gram/dierplaats/jaar, zoals vermeld in de Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij. Ook bij scharrelhennen moet de ammoniakemissie gereduceerd worden.

Het PP heeft drie proeven uitgevoerd om het effect te onderzoeken van het beluchten van de mest onder de beun van bovenaf met PVC-buizen. De buizen waren in hoogte verstelbaar. De eerste twee korte proeven duurden van 17 tot 40 weken leeftijd. Gedurende deze proeven zijn alleen oriënterende metingen verricht om het effect op de ammoniakemissie vast te stellen. Om deze reden worden in deze uitgave van de eerste twee proeven geen absolute cijfers gegeven, maar alleen het reductiepercentage. In de derde proef zijn de metingen conform de beoordelingsrichtlijn voor het verlenen van Groen Label uitgevoerd. Naast de gevolgen voor de ammoniakemissie is in alle drie proeven ook het effect onderzocht op de stofconcentratie in de stallucht en op de technische resultaten.

In de eerste korte proef bij scharrelhennen werd de mest onder de beun gedroogd met $0,61\text{ m}^3$ opgewarmde buitenlucht/hen/uur en een minimum temperatuur van $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Deze lucht werd met vier buizen over de mest gebracht, waarbij de luchthoeveelheid per buis gelijk was. De ammoniakemissie werd met 34 tot 40 % gereduceerd.

In de tweede korte proef werd getracht de hoeveelheid lucht per buis beter af te stemmen op de verdeling van de mest onder de beun. Hierbij is de luchthoeveelheid aan de nestkant verlaagd en aan de strooiselkant iets verhoogd, door de luchtkleppen in de buizen aan de kant van de legnesten te knijpen. Hierdoor daalde de totaal beschikbare hoeveelheid lucht van $0,61$ naar $0,55\text{ m}^3$ /hen/uur. De minimum temperatuur werd verhoogd van $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ naar $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Het beluchten van de mest gaf weliswaar een hoger droge stofgehalte van de mest, maar kon nauwelijks reductie in ammoniakemissie bewerkstelligen. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door het feit, dat de niet-beluchte mest te nat was om te broeien, terwijl in de beluchte mest wel broei optrad.

In de derde proef die een volledige legperiode duurde, was de ammoniakemissie voor de traditionele mestopvang in de zomer-Groen Labelperiode 230 gram/dierplaats/jaar en in de winter-Groen Labelperiode 17 1 gram/dierplaats/jaar. Berekend over alle perioden waarin is gemeten was de ammoniakemissie 221 gram/dierplaats/jaar. De uitval was hoog in de 3^e proef. Teruggerekend naar 0 % uitval was de ammoniakemissie respectievelijk 260 gram/aanwezige hen/jaar in de zomer-Groen Labelperiode, 20 1 gram/aanwezige hen/jaar in de winterperiode en 246 gram/aanwezige hen/jaar voor alle perioden. De mest onder de beun was vrijwel egaal droog en heeft normaal gebroeid. Het strooisel was gedurende de hele legperiode droog en rul. De gemeten ammoniakemissie in de 3^e proef was aanzienlijk lager dan tijdens een eerdere proef, toen het effect van een geperforeerde schijnvloer werd bepaald. In die proef was de emissie voor de traditionele mestopvang in alle gemeten perioden 265 gram/dierplaats/jaar. De belangrijkste oorzaak voor de lagere emissie in de 3^e proef was de goede kwaliteit van het strooisel in het begin en de dunnere strooisellaag aan het eind van de proef.

De ammoniakemissie in de 3^e proef was bij toepassing van buizenbeluchting in de zomer-Groen Labelperiode 152 gram/dierplaats/jaar en in de winterperiode 69 gram/dierplaats/jaar. Berekend over alle perioden waarin is gemeten, was de ammoniakemissie 109 gram/dierplaats/jaar. Gecorrigeerd naar 0 % uitval in de 3^e proef was de ammoniakemissie respectievelijk 163 gram/aanwezige hen/jaar in de zomer-Groen Labelperiode, 77 gram/aanwezige hen/jaar in de winterperiode en 117 gram/aanwezige hen/jaar voor alle perioden. Toepassing van buizenbeluchting reduceerde de ammoniakemissie. Indien de hoeveelheid en de minimum temperatuur van de drooglucht werd vergroot tot 1,16 m³/hen/uur en 20 °C nam de reductie toe tot 45 % ten opzichte van de traditionele mestopvang in de Groen Labelperioden (voor alle perioden 50 %). Indien de ammoniakemissie werd gecorrigeerd voor uitval was het reductie percentage 47 % (voor alle perioden 52 %). In de eerste twee proeven viel de reductie tegen doordat de mest bij het traditionele systeem zeer waarschijnlijk een groot deel van de proef niet gebroeid had, terwijl de mest bij het beluchten waarschijnlijk nog wel wat broeide. De belangrijkste oorzaak voor de lage reductie in de 3^e proef was de laag uitvallende ammoniakemissie bij de traditionele huisvesting. Hiernaast was de reductie in ammoniakemissie laag bij toepassing van buizenbeluchting door: de slechte verdeling van de mest, de diepte van de mestput (1,6 m) en wellicht het optreden van broei met name in perioden met een hoge buiten temperatuur en RV. Verdere aanpassing van de hoeveelheid lucht aan de verdeling van de mest lijkt nog mogelijk om een hogere reductie te verkrijgen. Een grotere hoeveelheid lucht al dan niet opgewarmd tot een hogere minimum temperatuur is vanuit kosten oogpunt waarschijnlijk niet zinvol.

Over de drie proeven heen konden geen verschillen worden aangetoond in technische resultaten. Alleen voor voerconversie was een tendens ($P < 0,10$) aanwezig. De voerconversie was bij de toepassing van buizenbeluchting 0,02 (2 punten) hoger dan bij de traditionele mestopvang. Waarschijnlijk hadden de dieren in de afdeling met buizenbeluchting wat meer voer nodig ter compensatie van de iets lagere staltemperatuur.

In iedere proef was de concentratie van inhaleerbaar- en respirabelstof gemiddeld lager bij het beluchten van de mest dan bij de traditionele mestopvang. Voor een deel werd het verschil in stofconcentratie veroorzaakt door het hogere debiet (uit de hoofdafdeling) bij het beluchten van de mest.

Uitgaande van de situatie in de 3^e proef is een voorbeeldberekening gemaakt om een indicatie te krijgen van de economische gevolgen. De kosten voor het drogen van de mest met buizenbeluchting worden geschat op f 2,66 per hen per jaar. Dit zijn de kosten voor de extra investeringen en exploitatie. Per ei per jaar zijn de kosten afgerond op 0,9 cent. Waarschijnlijk staan de kosten voor het drogen van de mest niet in verhouding tot de behaalde reductie in ammoniakemissie.

Summary

The Centre for Applied Poultry Research investigates the deep litter housing system for laying hens. This traditional housing system has an ammonia emission of 3 15 gram/hen housed/year. One of the environmental problems in the Netherlands is the high ammonia emission from poultry houses. An objective of the research on the deep litter system is to reduce the ammonia emission.

Three experiments were carried out to investigate the effect of manure drying with forced air over the manure with PVC-tubes under the slatted floor. The tubes could be changed in height. The first two short experiments lasted from 17 until 40 weeks of age. In this experiment preliminary data were collected on ammonia emission. For this reason only the relative reduction is given for the first two experiments and no absolute figures. In the third experiment the ammonia emission was measured using a standardized protocol (Green Label protocol). Also the effect on the dust concentration of the air and on the technical results was investigated.

In the first short experiment the manure beneath the slatted floor was dried with 0.61 m³ heated air from the outside/hen/hour and a minimum temperature of 17 °C. The air was blown over the manure with four tubes. The amount of air per tube was the same. The reduction in ammonia emission was 34 to 40%.

In the second short experiment the amount of air per tube was tuned to the distribution of the manure. The amount of air was decreased at the side of the nests and increased at the side of the litter. This was realized by reducing the air valves into the tubes. For this reason the total amount of air decreased from 0.61 m³/hen/hour to 0.55 m³/hen/hour. The minimum temperature was increased from 17 °C to 18 °C. Manure drying increased the dry matter content of the manure, but hardly any reduction in ammonia emission could be achieved. This was probably caused by the fact that the manure in the room with no manure drying was too wet resulting in an absence of the usual activity of bacteria and therefore a lower ammonia emission than usual. With manure drying the manure probably had been heated by activity of bacteria.

In the third experiment birds were kept from 17 to 74 weeks of age. The ammonia emission from the traditional deep litter system (no treatment of the manure had taken place) was 230 gram/hen housed/year in the summer period and 171 gram/hen housed/year in the winter period. The total calculated ammonia emission over all periods was 221 gram/hen housed/year. The mortality was high in the third experiment. Corrected to a mortality of 0% the ammonia emission was respectively 260 gram/hen/year in the summer period, 201 gram/hen/year in the winter period and 246 gram/hen/year over all periods. The manure was almost evenly dry and the heating from the activity of bacteria was normal. During the whole laying period the litter was dry and loose. The ammonia emission in the third experiment was considerably less than was measured in an early experiment. At that time the ammonia emission for the traditional deep litter system was from all periods 265 gram/hen housed/year. The most important cause for the low ammonia emission in the third experiment was the good quality of the litter in the beginning and the thin litter layer at the end of the experiment.

The ammonia emission in the third experiment with manure drying with tubes was for the summer period 152 gram/hen housed/year and for the winter period 69 gram/hen housed/year. The total calculated ammonia emission over all periods was 109 gram/hen housed/year. Corrected for mortality in the third experiment the ammonia emission was respectively 163 gram/hen/year in the summer period, 77 gram/hen/year in the winter period and 117 gram/hen/year over all periods. The ammonia emission was reduced by manure drying with tubes. When the amount and the minimum temperature of the air was increased to 1.16 m³/hen/hour and 20 °C the reduction increased to 45% for both periods (summer and winter). For all periods the reduction was 50%. Corrected for mortality the reduction was respectively 47% and 52%. In the first two experiments the reduction was low because there was probably no heating of the manure by activity of bacteria with the traditional deep litter system. With manure drying there was probably heating of the manure by activity of bacteria present. The relative low reduction in the third experiment was mainly caused by the low ammonia emission from the traditional deep litter system. Other causes where: the uneven distribution of the manure beneath the slatted floor, the depth of the manure pit (almost 1.6 m) and the heating of the manure by activity of bacteria in periods with a high temperature and humidity outside of the henhouse. The distribution of the amount of air per tube can probably be improved further to approach the distribution of the manure. It is possible to increase the amount of air and/or increase the temperature of the air. The cost to do so are probably too high and the reduction in ammonia emission that can be expected limited.

No differences in technical results could be found over the three experiments. Only for kg feed/kg egg a tendency ($P < 0.10$) could be found for a higher kg feed/kg egg of 0.02 (2 points) for manure drying with tubes compared to the traditional deep litter system. Probably the animals needed more feed in the room with manure drying to compensate the lower temperature.

The concentration of total and respirable dust was on average lower in every experiment with manure drying compared to the traditional deep litter system. The difference is partly caused by the higher ventilation rate in the room with the manure drying system.

For the situation in the third experiment an economic evaluation was made to get an indication of the economic consequences. The cost for manure drying are estimated on Dlf 2.66 per hen per year. These are the cost for extra investment and energy. The cost are 0.9 cent per egg per year. Probably the cost are not in relation to the reduction in ammonia emission.

1 Inleiding

Het scharrelstelsel wordt in de praktijk veel toegepast en is door de consument geaccepteerd. Deze vorm van huisvesting kampt echter nog met problemen, onder andere op het gebied van milieu (ammoniakemissie). Het ammoniakemissiegetal van het traditionele huisvestingssysteem is 3 15 gram/dierplaats/jaar, zoals vermeld in de Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij. Ook bij scharrelhennen moet de ammoniakemissie verlaagd worden. Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt” (PP) verricht onderzoek naar mogelijkheden om de ammoniakemissie te reduceren.

Een lagere ammoniakemissie kan worden bereikt door de mest snel in te drogen. Ook het frequent verwijderen van de mest verlaagt de ammoniakemissie. De apparatuur die hiervoor nodig is (bijvoorbeeld mestbanden) zijn echter relatief duur en niet altijd voldoende bedrijfszeker. Het drogen van de mest kan door beluchting van bovenaf met buizen onder de beun. Dit systeem is vrij eenvoudig, relatief goedkoop en weinig gevoelig voor technische storingen. De mest van scharrelhennen blijft gedurende de hele legperiode onder de beun liggen. Het is daarbij belangrijk dat de verse mest altijd, iedere dag voldoende snel wordt gedroogd. Wanneer dit onvoldoende is, ontstaat bovenop een natte laag en trekt vocht in de onderliggende droge laag. Hierdoor kan de mest gaan broeien en zal de ammoniakemissie toenemen. Waarschijnlijk zijn vrij grote hoeveelheden lucht met een voldoende lage RV nodig om de mest goed te kunnen drogen en zo broei te voorkomen. Om een lage RV te realiseren wordt de lucht veelal opgewarmd. Onder praktijkomstandigheden zal dan waarschijnlijk gedurende een deel van de legperiode stallucht bijgemengd moeten kunnen worden, om de voor de mestdroging benodigde lucht zonder al te veel kosten op temperatuur te kunnen houden. Om bij hergebruik van stallucht problemen met dichtkoeken van de gaatjes in de buizen met stof tegen te gaan, is een grote diameter van de gaatjes nodig.

Bij vleeskuikenouderdieren werd in een eerste proef met toepassing van buizenbeluchting een reductie behaald van 25-35 %. Hierbij werd alleen stallucht over de mest geblazen ongeveer 1,5 m³/hen/uur. De beun besloeg de helft van het staloppervlak (Meijerhof en Van der Haar, 1994). In een later uitgevoerde proef is de hoeveelheid lucht opgevoerd naar 2,5 m³/hen/uur. De beun was vergroot tot tweederde deel van het staloppervlak. Voor het drogen van de mest onder de beun werd 50 % buitenlucht en 50% stallucht aangezogen. Dit luchtmengsel werd aanvullend verwarmd tot een minimumtemperatuur van 24 °C. De ammoniakemissie was 235 gram/dierplaats/jaar bij een hogere uitval dan normaal. De emissie werd geschat op 252 gram/dierplaats/jaar bij een normale uitval (Van der Haar, Meijerhof en Middelkoop, 1998). Dit is lager dan de drempelwaarde voor Groen Label voor vleeskuikenouderdieren (300 gram/dierplaats/jaar). De resultaten behaald bij vleeskuikenouderdieren zijn niet overdraagbaar naar scharrelhennen. Aan de ene kant is de bezetting hoger bij de ouderdieren, waardoor de warmteproductie van de dieren groter is. Ook was de verdeling van de mest onder de beun beter bij de ouderdieren. Aan de andere kant produceren ouderdieren per dier ongeveer een kwart meer mest per m² staloppervlak.

In een eerste korte proef bij scharrelhennen werden oriënterende metingen verricht om een indicatie te krijgen van de ammoniakemissie bij toepassing van buizenbeluchting onder de beun en recht onder de voergoten. De mest onder de beun werd gedroogd met opgewarmde buitenlucht. Deze lucht werd met vier buizen over de mest gebracht, waarbij de luchthoeveelheid per buis gelijk was.

In een tweede korte proef werd de buizenbeluchting verder onderzocht. Men probeerde de hoeveelheid lucht per buis beter af te stemmen op de verdeling van de mest onder de beun. Hierbij werd de luchthoeveelheid aan de nestkant verlaagd en aan de strooiselkant iets verhoogd, door de luchtkleppen in de twee buizen aan de kant van de legnesten te knijpen.

De eerste twee korte proeven leverden onvoldoende reductie op van de ammoniakemissie. Dit is te verbeteren door de hoeveelheid en de temperatuur van de lucht die over de mest geblazen wordt te verhogen. In een derde proef met buizenbeluchting onder de beun werd de totale hoeveelheid lucht en de minimum temperatuur aanzienlijk verhoogd. Alleen bij de buis aan de nestenkant van de beun werd een lagere hoeveelheid lucht toegepast dan bij de drie andere buizen. De metingen in de derde proef zijn uitgevoerd conform de beoordelingsrichtlijn voor het verlenen van Groen Label.

Deze uitgave behandelt de drie proeven met buizenbeluchting onder de beun. Hierbij wordt niet alleen de ammoniakemissie en het klimaat beschreven, maar ook de technische resultaten en de stofconcentratie in de stallucht komen aan de orde. In de drie proeven waren nog andere proeffactoren opgenomen. Hoewel over het algemeen van deze proeffactoren geen verstoring werd verwacht op de ammoniakemissie is volledigheidshalve toch enige informatie over deze factoren in deze rapportage opgenomen.

2 Materiaal en methode

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet en uitvoering van de proeven met mestbeluchting bij scharrelhennen. Naast een beschrijving van de accommodatie en het management in de stal, worden de verschillende proefbehandelingen en de verrichte waarnemingen beschreven.

2.1 Stalaccommodatie

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in twee hoofdafdelingen van stal P4 (zie figuur 1). Elke hoofdafdeling was volledig gescheiden en kon ieder als een aparte stal worden gezien. De afmetingen van een hoofdafdeling waren 8,8 m breed en 15,5 m lang. In de eerste twee proeven waren de hoofdafdelingen volledig donker en werd alleen met kunstlicht verlicht. Voor de derde proef waren boven het strooisel lichtdoorlatende platen in het plafond en het dak aangebracht, zodat daglicht naar binnenvalt. De kunstverlichting bestond uit dimbare TL-lampen. Boven de beun was bovendien een loklampje aangebracht, om ervoor te zorgen dat de hennen op de beun overnachtten. De hoofdafdelingen werden mechanisch geventileerd. De lucht kwam via een ventilatieplafond in de afdeling en werd door één van de twee aanwezige ventilatoren onderin de muur afgezogen. Het ventilatieplafond had zes luchtinlaatkanalen. Elk kanaal was voorzien van twee rijen regelbare gaatjes van 1 x 1 cm. In de hoofdafdelingen kon voorverwarmede buitenlucht naar binnen worden geblazen via een luchtbehandelingskast, die aangesloten was op een c.v.-installatie. Ook was de mogelijkheid aanwezig om stallucht volledig of gedeeltelijk te recirculeren.

2.2 Scharrelsystemen

Van de twee hoofdafdelingen met het scharrelstelsel werd een gebruikt voor het drogen van de mest onder de beun. Bij de andere hoofdafdeling werd de mest op traditionele wijze opgevangen. Het onderzoek richtte zich op meerdere vraagstellingen. Elke afdeling bestond daarom uit vier subafdelingen (= profeenheden), die elk een eigen voerketting hadden. Het water werd via twee rondrinkers per subafdeling verstrekt. Water en voer waren op de beun geplaatst. De beun was 4 m diep en in de eerste twee proeven afgedekt met houten lattenroosters. De hoogte vanaf de bodem van de put tot de onderkant van de beun aan de strooiselkant was bij de hoofdafdeling met de traditionele mestopvang 60 cm. De afscheiding tussen beun en strooisel was gesloten uitgevoerd. De diepte van de strooiselruimte bedroeg 2,5 m. De subafdelingen waren 6,5 m lang (exclusief legnesten) en 3,66 m breed. Het leefoppervlak (exclusief legnesten) bestond uit 62 % roostervloer en 38 % scharrelruimte (zie figuur 1).

In de derde proef werd in de hoofdafdeling met buizenbeluchting gestart met een rubbernoppemat op de beun. Deze is later verwijderd in verband met vervuiling, waarna een draadgaasbodem overbleef. In de hoofdafdeling met traditionele mestopvang bestond de beun uit een houten lattenrooster. Voor de derde proef was in de afdeling met buizenbeluchting de mestopslag onder de beun vergroot door een mestput aan te leggen van 1 m diep. Aan de kant van het strooisel was de afstand vanaf de bodem van de put tot de onderkant van de beun 1,6 m.

Legnesten

In de eerste twee proeven hebben we twee typen legnesten vergeleken. Per hoofdafdeling waren twee subafdelingen uitgerust met een gemeenschappelijk legnest (Jansen, 92 cm²/hen) en twee met een individueel legnest (Van Gent, twee lagen nesten met per laag per subafdeling twaalf vakjes, zeven hennen per nestvakje). Bij beide typen legnesten lag astroturf op de bodem. Bij beide nesten rolden de eieren naar achteren af en werden zij handmatig geraapt (Van Niekerk en Reuvekamp, 1994 en 1995).

In de derde proef waren alle subafdelingen uitgerust met gemeenschappelijke nesten (Jansen). De eieren rolden uit de legnesten op een dichte eierband en werden afgedraaid naar een raaptafel. Vervolgens werden de eieren handmatig geraapt en per subafdeling apart gehouden.

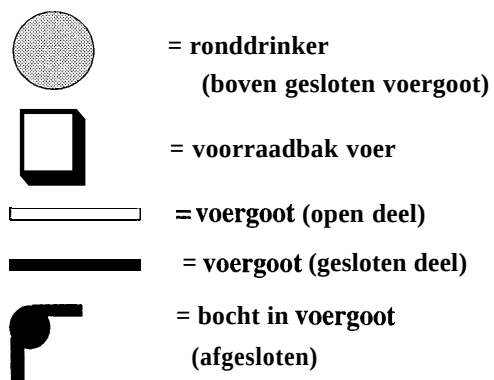
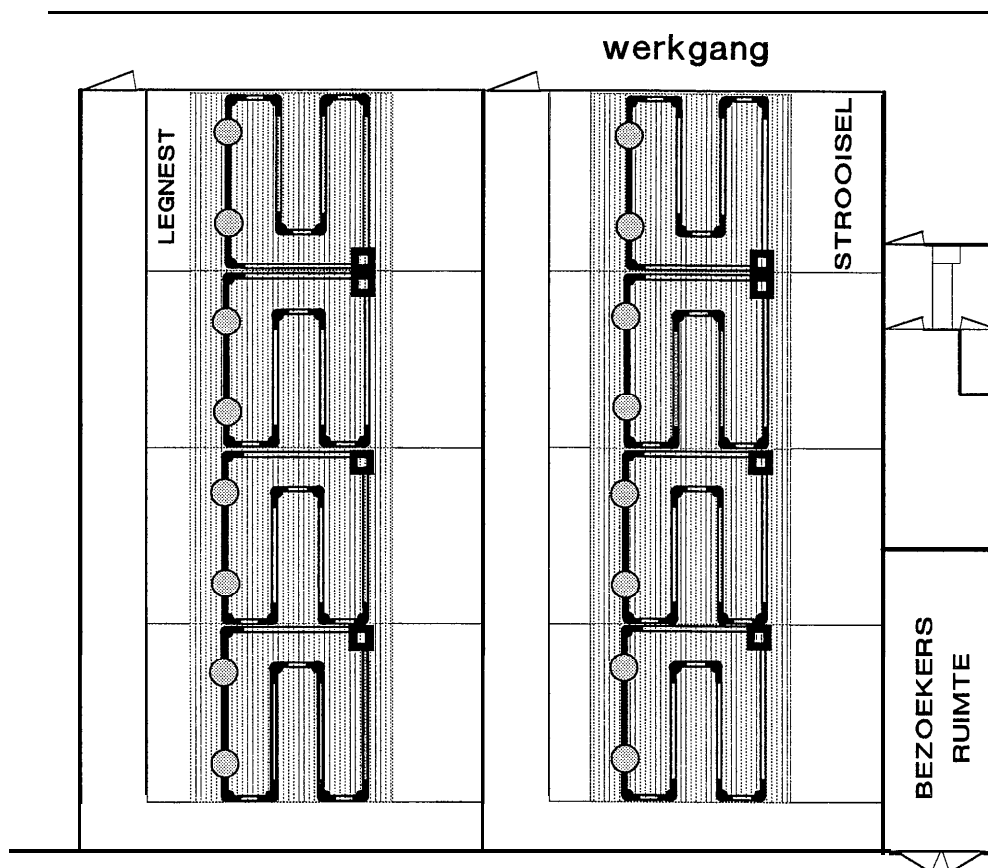
2.3 Diermateriaal

Alle hennen zijn elders opgefokt in een strooisel/roosterstal. Voor de eerste twee proeven werden 1360 Isabrown scharrelhennen opgezet op een leeftijd van 17 weken (per hoofdafdeling 680 hennen). Per scharrelsubafdeling werden 170 hennen geplaatst. Bij opzet was de bezetting 7,1 hen/m², exclusief legnesten. Inclusief legnest bedroeg de bezetting 6,5 hen/m². Voor de derde proef werden 1480 Isabrown hennen opgezet, 740 per hoofdafdeling en 185 per subafdeling. Bij opzet was de bezetting 7,1 hen/m², inclusief de nestruimte.

2.4 Voeders

In de eerste twee proeven hebben we twee voersoorten met elkaar vergeleken: een controlevoeder en een voeder met een lager totaal fosfor-, BP- en OP-gehalte. De lagere gehalten werden bereikt door de toepassing van fytase, waardoor anorganische fosforbronnen minder in het voer konden worden opgenomen. Voor fase 1 werd gerekend met het beschikbare fosforgehalte (BP) en voor fase II en III met een nieuw fosforwaarderingssysteem, het opneembare fosfor (OP). Beide voersoorten waren geëxpandeerd. Bij de verdeling van de verschillende voeders over de subafdelingen, is gezorgd dat beide voeders even vaak in beide hoofdafdelingen voorkwamen (Van Niekerk en Reuvekamp, 1994 en 1995).

In de derde proef is een commercieel legmeel verstrekt (tabel 2.1).



Figuur 1: Plattegrond van de scharrelsystemen

2.5 Snavelbehandelingen

In de eerste twee proeven waren de snavels op traditionele wijze op een leeftijd van 6 weken gekapt. In de derde proef zijn vier snavelbehandelingen uitgetest, die allemaal een herhaling hadden. Elke snavelbehandeling kwam voor in één subafdeling van zowel de hoofdafdeling met als zonder beluchting (Van Niekerk, Reuvekamp en Kiezebrink, 1998).

De volgende snavelbehandelingen werden onderzocht:

- Niet gekapt + sparrenboom: De hennen werden niet gekapt en kregen ter afleiding (een deel van) een sparrenboom.
- 6 weken, traditioneel: De snavels werden op zes weken leeftijd gekapt volgens de traditionele methode.
- 7 dagen, branden: Op zeven dagen leeftijd werd 'gebrand', de snavel werd tegen het gloeiende mes aangehouden, tot het leven geraakt werd.
- 7 dagen, V-vormig: Op zeven dagen leeftijd zijn de snavels ingekort met een V-vormig mes en sjabloon met een gaatje van 4,5 mm ø.

Tabel 2.1: Gehalten- en voederwaardecijfers van het legmeel, 3^e proef.

Bestanddeel	Berekende gehalten (%)
<i>OE (MJ/kg)</i>	11,47
<i>Vert. Lysine</i>	0,59
<i>Vert. Methionine. + cystine</i>	0,53
<i>Calcium</i>	3,8
<i>Fosfor</i>	0,61
<i>Opneembaar fosfor</i>	0,29
<i>Kalium</i>	0,79
<i>Ruw eiwit*</i>	15,5
<i>Ruw vet*</i>	6,4
<i>Ruwe celstof*</i>	5,5
<i>As</i>	14

* = gegarandeerde gehalten

2.6 Proefopzet per proef

Bij beide systemen werd de mest niet tussentijds verwijderd, maar bleef gedurende de gehele legperiode in de stal. Per proef wordt de proefopzet beschreven.

Proefopzet 1” proef

De dieren werden eind november 1993 opgezet en de 1e proef liep tot en met een leeftijd van 40 weken (3 mei 1994).

Traditioneel

In één hoofdafdeling werd de mest onder de beun niet belucht en opgevangen op een betonvloer.

Mestbeluchting

Bij één hoofdafdeling was mestbeluchting onder de beun aangebracht. De beluchting bestond uit vier buizen die onder de beun hingen, recht onder de voergoten. De buizen waren in hoogte verstelbaar. In de buizen hebben we om en om twee rijen gaatjes aangebracht met een diameter van 6 mm en een onderlinge afstand van 40 cm. De luchthoeveelheid per buis was gelijk: $0,15 \text{ m}^3/\text{hen}/\text{uur}$ (totaal $0,61 \text{ m}^3/\text{hen}/\text{uur}$). Deze buitenlucht werd opgewarmd tot een minimum temperatuur van 17°C . De afstand tussen de mest en buizen bedroeg ongeveer 20 cm (aan de strooiselkant).

Proefopzet 2” proef

De 2e proef liep van 17 tot en met 41 weken leeftijd. De hennen werden op 29 november 1994 opgezet en op 9 mei 1995 geruimd.

Traditioneel

In één hoofdafdeling is de mest onder de beun niet belucht. Voor het begin van de proef is een dunne laag zaagsel aangebracht op de vloer onder de beun.

Mestbeluchting

Omdat de verdeling van de mest onder de beun niet egaal bleek te zijn, werd voor de tweede proef de luchthoeveelheid bij de buizen aan de nestkant verlaagd en aan de strooiselkant iets verhoogd, door de luchtklep in de twee buizen aan de kant van de legnesten te knijpen waardoor de luchthoeveelheid werd verminderd. De eerste 6 weken werd met de buizenbeluchting $0,8 \text{ m}^3/\text{hen}/\text{uur}$ opgewarmde buitenlucht met een minimale temperatuur van 22°C over de mest geblazen. De resterende tijd werd gewerkt met $0,55 \text{ m}^3/\text{hen}/\text{uur}$ lucht met een minimale temperatuur van 18°C . In tabel 2.2 is de luchthoeveelheid per buis weergegeven. De beluchtingsbuizen hingen ongeveer 20 cm boven de mest.

Tabel 2.2: De luchthoeveelheid per buis, 2" proef.

	Buis nummer	Per buis (m³/hen/uur)
<i>Nestenkant</i>	1	0,08
	2	0,09
	3	0,19
<i>Strooiselkant</i>	4	0,19
	Totaal	0.55

Proefopzet 3^e proef

De hennen zijn op een leeftijd van 17 weken geplaatst (3 maart 1997) en op een leeftijd van 74 weken geruimd (7 april 1998).

Traditioneel

In een hoofdafdeling werd de mest onder de beun niet belucht. In deze afdeling is gestart met een laag houtkrullen op de vloer onder de beun (2 kg/m²).

Mestbeluchting

Om de luchthoeveelheid op te voeren werd de ventilator op een hogere capaciteit ingesteld en werd van drie buizen het aantal gaatjes verdubbeld. In deze buizen waren twee rijen gaatjes aangebracht van zes millimeter doorsnede met een onderlinge afstand van 20 cm. Per buis was de luchthoeveelheid 0,33 m³/hen/uur. Alleen bij de buis aan de nestkant (waar zeer weinig mest komt) hadden de gaatjes een onderlinge afstand van 40 cm. Deze gaatjes zaten om en om in de twee rijen. Bij deze buis was de luchthoeveelheid 0,17 m³/hen/uur. Met het beluchtingssysteem werd totaal 1,116 m³/hen/uur opgewarmde buitenlucht met een minimale temperatuur van 20 °C over de mest geblazen. Er werd voor gezorgd dat de beluchtingsbuis ongeveer 20 cm boven de mest hing.

2.7 Verzorging

In deze paragraaf wordt de verzorging tijdens de drie proeven beschreven, waarbij klimaat en licht, voer en water en de strooiselbehandeling aan de orde komen.

Klimaat en licht

In de scharrelafdelingen hebben we de staltemperatuur ingesteld op 20 °C. Indien nodig konden we de traditionele afdeling bijverwarmen. Bij de afdeling met buizenbeluchting was dat niet nodig, omdat continu verwarmde lucht naar binnen werd geblazen om de mest te drogen.

De daglengte vanaf 17 weken leeftijd was 15 uur. Afhankelijk van de productie verlengen we deze daglengte tot 16 uur. De TL-verlichting ging om 22.00 uur uit en het loklampje om 22.20 uur. Hiernaast werd in de derde proef daglicht toegelaten.

Voer en water

De voertijden werden zodanig afgesteld, dat aan het eind van de lichtperiode nog voldoende voer in de goten aanwezig was. De hennen konden dus met een volle krop de nacht in. Tevens strooiden we op enkele dagen in de week ongeveer 1 gram graan per hen in de strooiselruimte.

Gedurende de donkerperiode werd het water bij alle subafdelingen afgesloten. Tijdens de lichtperiode werd ook voor korte tijd het water afgesloten, waardoor de hennen de gelegenheid kregen de rondrinkers leeg en schoon te maken.

Strooiselbehandeling

In de strooiselruimte werd gestart met een zeer dunne laag vochtig spuitzaad (ongeveer 2,7 kg/m²). In de eerste en tweede proef moesten we later worden bijstrooien met houtkrullen, omdat zich problemen voordeden met nat strooisel. Tijdens de derde proef hoefde niet te worden bijgestrooid. Gedurende de gehele legperiode was het strooisel droog en rul.

2.8 Waarnemingen

In deze paragraaf worden de zoötechnische waarnemingen beschreven en de waarnemingen verricht ten aanzien van milieu en klimaat.

2.8.1 Zoötechniek

Dagelijkse registratie per proefeenheid:

- Uitval en indien mogelijk de oorzaak,
- Voerverbruik,
- Waterverbruik,
- Aantal eerste soort, tweede soort en struifeieren (windeieren en open kneus/breuk) en het aantal buitennesteieren,

Eenmaal per week per proefeenheid:

- Uitgesplitste tweede soort eieren in kneus/breuk, vuilchalig, windeieren en overig (van een dagproductie).
- Eigewicht van de eerste soort eieren (van een dagproductie). Vanaf 40 weken leeftijd eenmaal per twee weken.

Aan het eind van de legperiode hebben we twee dagproducties geschouwd op haarscheurtjes, sterbarsten en overige schaalbeschadigingen.

2.8.2 Milieu en klimaat per proef

1^e proef

- Ammoniakmetingen: Gedurende de proef werden enkele oriënterende ammoniakmetingen uitgevoerd. Tijdens drie perioden van vier dagen werd tweemaal per dag de ammoniakconcentratie gemeten met Kitagawa-buisjes (op 24, 33 en 39 weken leeftijd). Op dezelfde tijdstippen werd het ventilatiedebiet vastgelegd met behulp van meetventilatoren.

- Mestmonsters: In dezelfde meetperioden zijn mestmonsters per afdeling genomen en het drogestofgehalte (d.s.-gehalte) bepaald. Hierbij werd van de subafdelingen met het controlevoeder (een per hoofdafdeling) één strook mest van ongeveer 25 cm breed, dwars op lengterichting van de beun, verzameld en gemengd. Uit dit mengsel werd een monster genomen voor de d.s.-bepaling.
- Stofmetingen: Driemaal tijdens de proef werd op 1 dag gedurende circa 8 uur de stofconcentratie (totaal ruimtelijk stof met een diameter $> 1 \mu\text{m}$) in de stallucht bepaald. Gemeten is op ongeveer 1,5 m hoogte in de werkgang achter de nesten, waarbij de instroomopening van de meetkop naar de dierruimte was gericht. Tijdens de metingen wordt lucht door een filter gezogen. Het filter is geplaatst in een meetkop. De vorm en afmetingen van de meetkop bepalen het percentage van het in de lucht aanwezige stof dat op het filter komt. De meetkop was aangesloten op een luchtpomp die op een vast debiet wordt ingesteld. De pomp houdt de tijd van de meting bij met een ingebouwde klok. Deze klok geeft de tijd in minuten weer. De hoeveelheid stof die op het filter achterblijft wordt vastgesteld door het filter voor en na de meting te wegen (gravimetrische methode). Voor en na de meting werd gedurende 24 uur het vocht uit de filters (en stof) geabsorbeerd door Sillicagel korrels onderin een glazen vat (exsiccator).
De stofconcentratie wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$S = \frac{(A_s - A_o) \times 1000}{T \times (D / 1000)}$$

Waarbij: S = stofconcentratie in (mg/m^3)
 A_s = massa van het filter na de meting in grammen (g)
 A_o = massa van het filter voor de meting in grammen (g)
T = tijd van de meting in minuten (min)
D = debiet van de luchtpomp in liters per minuut (l/min)

9^e proef

Ammoniakmetingen: Tijdens de herhaling van de tweede ronde stelden we de ammoniakconcentratie in de lucht op 24 weken leeftijd gedurende 4 dagen vastgesteld met Kitagawa-buisjes vast, gelijk met het ventilatiedebiet. Vanaf 35 tot 40 weken leeftijd werd de ammoniakconcentratie in de lucht gemeten met een NO_x -monitor ($x=0, 1$ of 2 ; Bleijenberg en Ploegaert, 1994). Het ventilatiedebiet werd met meetventilatoren vastgesteld (zie ook ammoniakmetingen 3^e proef).

Mestmonsters: Na het ruimen van de dieren zijn bij de scharrelafdelingen mestmonsters genomen (zie bij 1^e proef).

Stofmetingen: Op 21, 34 en 39 weken leeftijd is de concentratie inhaleerbaar stof bepaald (al het stof dat via neus en mond het lichaam kan binnenkomen) en de concentratie respirabel stof (fractie stof dat kan doordringen tot in de longblaasjes) in de stallucht. Hiervoor werden gedurende respectievelijk 24 en 48 uur metingen verricht, waarbij beide stofsoorten steeds na elkaar in de tijd zijn gemeten volgens de gravimetrische methode (zie bij 1^e proef). In tabel 2.3 zijn de gegevens vermeld van de pompen en meetkoppen die bij deze metingen zijn gebruikt.

Tabel 2.3: Meetapparatuur gebruikt bij de stofmetingen.

	Inhaleerbaar stof	Respirabel stof
<i>Pomp (merk/type)</i>	GilAir-5	
<i>Meetkop</i>		
- <i>merktype</i>	Pas-6	Pas-6 cycloon
- <i>debiet (l/min)</i>	2,0	1,9
- <i>deeltjesgrootte stof (µm)</i>	0,8 - 50	0,8 - 5
<i>Filters</i>		
- <i>merk/type</i>	Whatman MF membraamfilters	
- <i>materiaal</i>	cellulose	
- <i>doorsnede (mm)</i>	25	
- <i>doorlaat (µm)</i>	< 0,8	

3" proef

- Ammoniakmetingen: De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd conform de beoordelingsrichtlijn voor het verlenen van Groen Label. In deze richtlijn staan meetperioden voorgescreven die wij Groen Labelperioden noemen.

Voor het bepalen van de ammoniakemissie werd het ventilatiedebiet en de ammoniakconcentratie gemeten in de afvoerlucht van een hoofdafdeling. Gedurende de meetperioden is continu gebruik gemaakt van meetventilatoren, $\text{NH}_3\text{-NO}_x$ -converters en een NO_x -analyzer (merk: This model 42 1; Bleijenberg en Ploegaert, 1994). De luchtmonsters werden getransporteerd door geïsoleerde en verwarmde monsternaleidingen (verwarmingslint 13 W/m en teflonslang FEP tubing 4,35 x 6,35 mm) naar de analyzer. Ook werd de ammoniakconcentratie gemeten van de aanvoerlucht (achtergrondconcentratie). Hiermee werd de ammoniakemissie gecorrigeerd.

Om de ammoniakmetingen te kunnen controleren hebben we van de meetopstelling een logboek bijgehouden. Tweemaal per week werd de analyzer gekalibreerd met behulp van een gecertificeerd kalibratiegas (± 40 ppm NO in N_2 ; 80% van de schaal). Ook tweemaal per week hebben we in de stal de NH_3 -concentratie gemeten met behulp van Kitagawa detectiebuisjes (tube no. 105 SD) en deze vergeleken met de waarde van de analyzer. Indien we een geringe afwijking constateerden, werd een "nieuwe" door het IMAG (Instituut voor Milieu- en Agritechniek) gespoelde en gekalibreerde converter opgehangen en van de "oude" converter het omzettingpercentage bepaald. De ammoniakemissie werd gecorrigeerd voor de omzettingsefficiëntie van de converters, voor de traditionele afdeling was dat gemiddeld 93% en voor de afdeling met buizenbeluchting gemiddeld 91%. Daarnaast vond dagelijks controle plaats van de werking van de analyzer.

De meting van het ventilatiedebiet werd gecontroleerd met een module waarin een Fancom meetwaaier (serienummer: 4326005.00/10253) was geplaatst met dezelfde doorsnede als de meetventilator. Deze meetwaaier is doorgemeten volgens de normen DIN 1952, NBN 688 en BS 848. Aan de aanwezige meetventilator zijn metingen verricht om de relatie tussen luchtdebiet en het toerental van de betreffende meetventilator te bepalen. Door de relatie tussen het toerental van de meetwaaier en in een hoofdafdeling aanwezige meetventilator op te meten, is vervolgens de relatie tussen het luchtdebiet en het toerental van de

aanwezige meetventilator afgeleid.

Op basis van de verrichtte metingen werd met een omrekeningsformule, het aantal pulsen van de meetventilator omgerekend naar ventilatiedebiet.

De omrekeningsformule voor het debiet van de traditionele huisvesting is:

$$\text{ventilatiedebiet (m}^3\text{/uur)} = ((\text{aantal pulsen/uur} \times 10 \times 7,01) / \text{aantal waarnemingen/uur}) + 242$$

De omrekeningsformule voor het debiet van het huisvestingssysteem met buizenbeluchting onder de beun is:

$$\text{ventilatiedebiet (m}^3\text{/uur)} = ((\text{aantal pulsen/uur} \times 10 \times 6,51) / \text{aantal waarnemingen/uur}) + 243$$

De pulsen van de meetventilator werden continu weergegeven en iedere 10- 12 minuten geregistreerd door de TOLK-computer.

De gegevens van de ammoniakmetingen zijn verzameld op een memorycard en vervolgens uitgelezen en overgezet op een personal computer. Daarna werden ze bewerkt met programmatuur door PP ontwikkeld.

Om de ammoniakconcentratie te berekenen werd de volgende formule gebruikt:

$$\begin{aligned} &(\text{waarde : (5 monsters per seconde} \times 4095 \text{ bit)}) \times \text{maximaal voltsignaal} \\ &\times \text{schaalfactor} = \text{ppm NH}_3. \end{aligned}$$

Gemiddelde concentratie per uur in ppm $\times 0,71$ = concentratie in mg/m³/uur.

Uit de ammoniakconcentratie en het ventilatiedebiet werd de ammoniakemissie per dag berekend. Gedeeld door het aantal dierplaatsen (opgehokte hennen) geeft dit de ammoniakemissie in grammen per dierplaats per dag. Per meetperiode is vervolgens de cumulatieve ammoniakemissie berekend en ook weergegeven in gram per dierplaats per dag. Dit is omgerekend naar de ammoniakemissie per dierplaats per jaar, waarbij is gerekend met een legperiode van 59 weken en een leegstandsperiode van twee weken. Vanaf 9 januari 1998 tot en met 7 april 1998 zijn geen ammoniakmetingen uitgevoerd.

- Mestmonsters: Na het ruimen van de dieren hebben we mest- en strooiselmonsters genomen, om het d.s.-gehalte te bepalen. Per subafdeling namen we een monster van de totale laag strooisel; vervolgens werden die monsters per hoofdafdeling gemengd. Uit dit mengsel werd een deelmonster genomen voor de d.s.-bepaling. Voor bemonstering van de mest werd bij een subafdeling (per hoofdafdeling) één strook van ongeveer 25 breed dwars op lengterichting van de beun verzameld en gemengd. Uit dit mengsel namen we een monster voor de d.s.-bepaling.
- Klimaat: In de stal en buiten vond continu registratie plaats van de temperatuur en RV. In de stal met een droge en natte temperatuuropmeter van Fancor (type PT 100), één unit per hoofdafdeling. Deze hing ongeveer 1,2 m boven de beun. Voor de buitentemperatuur en RV werden de gegevens gebruikt van het KNMI-weerstation dat geplaatst is op "Het Spelderholt".

- Stofmetingen: Op 20, 27, 39, 49, 58 en 69 weken leeftijd werd de concentratie inhaleerbaar en respirabel stof in de stallucht bepaald. Hiervoor werden tijdens 48 uur metingen verricht, waarbij beide stofsoorten tegelijkertijd zijn gemeten, volgens de gravimetrische methode (zie 2^e proef).

2.9 Statistiek

Op de technische resultaten zijn variantieanalyses uitgevoerd, waarbij de totale variantie als volgt werd opgesplitst:

Bron	Vrijheidsgraden
<i>Proef stratum</i>	
proef	2
<i>Hoofdafdeling binnen proef stratum</i>	
mestbehandeling (B)	1
residu	2
Totaal	5

Het effect van een behandeling werd getoetst tegen de rest in het betreffende stratum. Per afzonderlijke proef kunnen weliswaar schattingen voor de behandelingseffecten worden verkregen, maar er zijn geen vrijheidsgraden om de rest te berekenen. Doordat van de interactie-effecten aangenomen is dat ze niet bestaan of zeer klein zijn, kon het hoofdeffect van mestbeluchting getoetst worden tegen de interactie tussen proef en mestbehandeling. Bij het zeer geringe aantal van twee vrijheidsgraden voor de interactie is de precisie van de conclusies niet erg groot.

Als de percentages in de buurt van 0 of 100 liggen, zal de variantie kleiner zijn dan die van percentages die een stuk van 0 en 100 liggen en wordt niet voldaan aan de aanname van constante variatie bij variantieanalyse. Behandelingseffecten voor gemeten percentages zijn geanalyseerd door de betreffende data eerst te onderwerpen aan een arcsinuswortel transformatie.

3 Resultaten en discussie

Dit hoofdstuk behandelt per proef de zoötechnische resultaten, de stofconcentratie en de ammoniakemissie en het d.s.-gehalte. Al het onderzoek naar het effect van beluchten van de mest heeft steeds plaatsgevonden in dezelfde hoofdafdeling. Hierdoor is de eventuele aanwezige invloed van de hoofdafdeling verstrengeld met het effect van het beluchten van de mest. Uit voorgaande proeven zijn echter geen aanwijzingen verkregen dat beide hoofdafdelingen belangrijk verschilden.

3.1 Zoötechnische resultaten en stofconcentratie 1^e proef

Zoötechnische resultaten 1^o proef

Over het algemeen was de productie van de scharrelhennen goed. Bij één subafdeling (gemeenschappelijk nest, controlevoer, mestbeluchting) trad echter op 27 weken leeftijd een productiedaling. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Hoewel de symptomen wezen op trilziekte, kon een bloedonderzoek dit niet aantonen. Indien de technische resultaten (tabel 3.1) worden gecorrigeerd voor de productiedaling treden slechts kleine veranderingen op in de kentallen. Over het algemeen zijn de verschillen in technische resultaten tussen wel en niet beluchten klein en lijken niet erg belangrijk. Omdat er geen herhalingen van de behandelingen beschikbaar waren, kunnen aan de uitkomsten van één proef geen conclusies worden verbonden.

Stofconcentratie 1^e proef

De stofconcentratie in de lucht (totaal ruimtelijk stof) bleek verschillend te zijn voor beide scharrelafdelingen. In de afdeling zonder mestbeluchting was de stofconcentratie iets hoger dan in de afdeling met mestbeluchting (tabel 3.2). Als verklaring hiervoor kan het verschil in klimaat worden aangewezen. Hoewel op ongeveer anderhalve meter boven de vloer (= driekwart meter boven het rooster) beide afdelingen dezelfde temperatuur hadden, bleek het in de beluchte afdeling (waar lucht van circa 17 °C onder de roosters werd gebracht) op de vloer wat kouder te zijn dan in de niet-beluchte afdeling. Mogelijk was hierdoor het strooisel wat minder droog en zodoende de stofconcentratie in de lucht wat lager.

Zoals te verwachten was, bleek de stofconcentratie sterk te variëren in de tijd. Dit heeft uiteraard te maken met de variatie in buitenklimaat (temperatuur en luchtvochtigheid), wat zijn weerslag heeft op het klimaat in de stal. Hoe droger de omstandigheden zijn, des te groter is de concentratie stof in de lucht.

Tabel 3.1: Technische resultaten van scharrelhennen bij twee verschillende huisvestingssystemen, 1^o proef.

Resultaten Isabrown* 20 - 40 weken leeftijd	Traditioneel	Buizenbeluchting
<i>Aantal hennen bij aanvang</i>	680	680
<i>Legpercentage</i>	90,8	91,1
<i>Eigewicht (g)</i>	56,6	56,7
<i>Eimassa (g/d/d)</i>	51,4	51,7
<i>Voerverbruik (g/d/d)</i>	112,9	114,1
<i>Kg voer/kg ei</i>	2,20	2,21
<i>Aantal eieren p.o.h.</i>	126,4	126,8
<i>Kg ei p.o.h.</i>	7,15	7,20
<i>Uitval (%)</i>	1,9	1,3
<i>Buiten-nest-eieren (%)</i>	2,0	2,3
<i>Waterverbruik (ml/d/d)</i>	252,4	249,9
<i>Water-voerverhouding</i>	2,24	2,19
<i>Tweede soort eieren (%)</i>	2,4	2,4
<i>Kneus/breuk (%)</i>	0,4	0,4
<i>Vuilschalig (%)</i>	0,5	0,6
<i>Diergewicht (kg op 40 w leeftijd)</i>	1,74	1,80

* = de resultaten zijn niet gecorrigeerd voor de gezondheidsproblemen in een van de subafdelingen met mestbeluchting.

Tabel 3.2: Stofconcentratie in de stallucht bij twee verschillende huisvestingssystemen, 1^o proef.

Leeftijd (weken)	Totaal ruimtelijk stof (mg/m³)	
	Traditioneel	Buizenbeluchting
26	5,6	4,3
33	12,2	8,1
38	6,2	2,9
<i>Gemiddeld</i>	8	5,1

* = meting over 8 uur (in het tijdvak 8.30 uur tot 17.00 uur)

3.2 Ammoniakemissie en drogestofgehalte 1" proef

Op **24, 33 en 40** weken leeftijd werden bij de afdeling met mestbeluchting en bij de afdeling zonder mestbeluchting metingen verricht aan het d.s.-gehalte van de mest en een schatting gemaakt van de ammoniakemissie uit de stal. In tabel 3.3 staan de resultaten weergegeven. Deze (summiere) resultaten tonen een ammoniakreductie aan van 34 tot 40 % ten opzichte van de controle, over de periode van 17 tot en met 40 weken leeftijd van de dieren. Het d.s.-gehalte van de beluchte mest was op 40 weken leeftijd 71 %, bij de traditioneel ingerichte afdeling 43 %. Dit is lager dan de gehalten in de praktijk. Bij de afdeling met traditionele mestopvang heeft de mest onder de beun in de eerste maanden niet gebroeid. Door vochtige omstandigheden buiten was de mest te nat. Er was weinig ventilatie, waardoor ook weinig vocht uit de stal werd afgevoerd. In die tijd was ook het strooisel nat. Later in de legperiode is de mest wel gaan broeien. Er was dan ook een duidelijke grens te zien tussen de eerste natte laag en de tweede drooggebroeide laag. Doordat in de eerste maanden de mest niet had gebroeid, was waarschijnlijk de ammoniakemissie bij de afdeling met traditionele mestopvang relatief laag. In de afdeling met beluchting onder de beun was het de bedoeling dat de mest niet zou broeien, maar we hebben de indruk dat de mest wel wat gebroeid had. Hierdoor is waarschijnlijk wat meer ammoniak vrijgekomen, dan wanneer geen broei was opgetreden. De gevonden ammoniakreductie is hoger dan de reductie die Meijerhof en van der Haar, vonden (1994) bij de vleeskuikenouderdieren (25-30%), Hoewel het verschillende diersoorten betreft, kunnen we concluderen dat mest beluchten met voorverwarmde lucht (bij de scharrelhennen) beter voldoet dan beluchten met alleen stallucht. Dit was ook te verwachten, omdat voorverwarmde lucht meer vocht kan opnemen en daardoor beter droogt. Het verschil in ammoniakreductie tussen beide diersoorten mede kan ook zijn ontstaan doordat vleeskuikenouderdieren door een hogere voeropname meer mest produceren per m² staloppervlak dan scharrelhennen (ongeveer 25 %). Ook was het aandeel rooster verschillend: bij de scharrelhennen tweederde deel en destijds bij de vleeskuikenouderdieren de helft van het staloppervlak. Daarnaast was de strooisellaag bij de vleeskuikenouderdieren dikker dan bij de scharrelhennen, waardoor het aandeel in de ammoniakemissie vanuit het strooisel daar ook hoger kan zijn. Hierdoor is de bijdrage aan de ammoniakreductie door het beluchten van de mest onder beun kleiner.

Tabel 3.3: Drogestofgehalte van de mest en ammoniakemissie bij twee verschillende huisvestingssystemen, 1" proef.

Leeftijd (weken)	D.s.-gehalte (%) van de mest		Relatieve ammoniakemissie	
	Traditioneel	Buizenbeluchting	Traditioneel	Buizenbeluchting
24	34	61	100	66
33	46	54	100	60
40	43	71	100	60

3.3 Zoötechnische resultaten en stofconcentratie 2^e proef

Zoötechnische resultaten 2^e proef

Over het algemeen was de productie van de scharrelhennen goed. Er hebben zich geen problemen voorgedaan. Evenals in de eerste proef zijn de verschillen in technische resultaten tussen wel en niet beluchten klein (tabel 3.4). Opvallend is dat voor vrijwel alle kentallen het effect is omgedraaid ten nadele van het beluchten van de mest (uitgezonderd het percentage buitennesteieren). Evenals in de eerste proef is er geen enkel verschil in eikwaliteit tussen wel of niet beluchten van de mest.

Stofconcentratie 2^e proef

Overeenkomstig de resultaten uit de eerste proef werd ook nu weer een hoger stofniveau gemeten in de afdeling zonder mestbeluchting. Zowel het inhaleerbaar stofniveau als het respirabel stofniveau waren lager bij de beluchte afdeling, waarschijnlijk door een wat kouder (en vochtiger) klimaat boven het strooisel. De variatie in de tijd is kleiner dan bij de eerste proef.

3.4 Ammoniakemissie en drogestofgehalte 2^e proef

In de eerste proef bleek de mest bij de afdeling zonder beluchting zo nat te zijn, dat aan het begin van de proef geen broei optrad. In de praktijk is dit zeer ongewenst, omdat voor deze natte mest moeilijk afzet te vinden is. Bij aanvang van de tweede proef is in de afdeling zonder mestbeluchting een dunne laag houtzaagsel onder de beun aangebracht. Hoewel dit in de praktijk een goede remedie is om de mest bij aanvang van de legperiode wat droger te krijgen, zodat broei kan optreden, bleek dit in de proefstal niet te werken. De mest bleef nat en broei kwam niet voor. Ook later in de proef bleef de mest te nat om te broeien. Daardoor was het d.s.-gehalte van de mest onder de beun aan het einde van de tweede ronde laag. Aan de strooiselkant, waar een dikke laag mest lag, was de mest op het oog niet veel droger dan 35 %, Aan de kant van de nesten waar slechts een dunne laag mest lag, was de mest veel droger. Het in tabel 3.6 vermelde d.s.-gehalte is een gemiddelde van een steekproef van mest onder beide kanten van de beun en geeft daardoor waarschijnlijk een wat geflatteerd beeld. De beluchting werkte goed, waardoor de mest uit de beluchte afdeling duidelijk droger was. Op 24 weken leeftijd kwam dit ook tot uiting in de (met Kitagawa-buisjes gemeten) ammoniakemissie. Vreemd genoeg kwam dit niet meer tot uiting in het laatste deel van de proef. De ammoniakemissie gemeten met behulp van de NO_x-monitor over de periode van 36 tot 41 weken leeftijd bleek slechts 2,5 % lager te zijn bij de beluchte afdeling vergeleken met de niet-beluchte afdeling. Een verklaring hiervoor kan zijn, dat de mest in de niet-beluchte afdeling niet gebroeid heeft (door het zeer lage d.s.-gehalte), terwijl in de beluchte afdeling, ondanks het hogere d.s.-gehalte toch broei op is getreden.

Tabel 3.4: Technische resultaten van scharrelhennen bij twee verschillende huisvestingssystemen, 2^e proef.

Resultaten Isabrown 20 - 41 weken leeftijd	Traditioneel	Buizenbeluchting
<i>Aantal hennen bij aanvang</i>	680	680
<i>Legpercentage</i>	90,7	90,3
<i>Eigewicht (g)</i>	56,3	55,7
<i>Eimassa (g/d/d)</i>	51	50,3
<i>Voerverbruik (g/d/d)</i>	116,3	115,8
<i>Kg voer/kg ei</i>	2,28	2,30
<i>Aantal eieren p.o.h.</i>	133,9	132,6
<i>Kg ei p.o.h.</i>	7,53	7,39
<i>Uitval (%)</i>	0,6	1,6
<i>Buiten-nest-eieren (%)</i>	3,5	3,3
<i>Waterverbruik (ml/d/d)</i>	257,5	259,6
<i>Water-voerverhouding</i>	2,21	2,24
<i>Tweede soort eieren (%)</i>	2,6	2,5
<i>Kneus/&-euk (%)</i>	0,3	0,3
<i>Vuïlschalig (%)</i>	0,8	0,8
<i>Diergewicht (kg op 40 w leeftijd)</i>	1,75	1,71

Tabel 3.5: Stofconcentratie in de stallucht bij twee verschillende huisvestingssystemen, 2^e proef.

Leeftijd (weken)	Inhaleerbaar stof (mg/m³) *		Respirabel stof (mg/m³) **	
	Traditioneel	Buizenbeluchting	Traditioneel	Buizenbeluchting
21	4,2	3,5	1,7	1,4
34	3,5	2,6	1	0,8
39	2,4	1,8	0,9	0,5
<i>Gemiddeld</i>	3,4	2,1	1,2	0,9

* = meting over 24 uur

** = meting over 48 uur

Tabel 3.6: Drogestofgehalte van de mest en ammoniakemissie bij twee verschillende huisvestingssystemen, 2^o proef.

Leeftijd (weken)	D.s.-gehalte (%) van de mest		Ammoniakemissie*	
	Traditioneel	Buizenbeluchting	Traditioneel	Buizenbeluchting:
24	-		100%	58%
36-41	-		87 1 mg/hen/dag	849 mg/hen/dag
41	46	71		

* = Op 24 weken leeftijd is de relatieve NH₃-emissie weergegeven, waarbij traditioneel op 100 is gesteld.

3.5 Zoötechnische resultaten, strooisel en stofconcentratie 3^o proef

Zoötechnische resultaten 3^o proef

Net als bij de eerste twee proeven was de productie van de scharrelhennen goed (zie tabel 3.7). In bijlage 1 en 2 zijn de resultaten per week opgenomen. De schommelingen in het voerverbruik per week zijn het gevolg van correcties voor de opgebouwde voervoorraad in de voerhoppers. Daardoor zijn de schommelingen van week tot week in voerverbruik en water-voerverhouding niet reëel.

In de legperiode trad vrij snel na het opzetten van de dieren pikkerij op bij de niet gekapte hennen en bij de dieren die op zeven dagen met een V-vormig mes behandeld waren. Deze laatsten waren dusdanig licht behandeld, dat vrijwel volledige hergroei van de snavel was opgetreden. Rond de leeftijd van 30 weken bereikte de pikkerij zijn hoogtepunt, waarna de uitval (door pikkerij) verminderde. Aan het eind van de legperiode was de totale uitval bij de niet gekapte hennen 30,0 %, ondanks dat tweemaal per week een deel van een sparrenboom werd verstrekt om pikkerij tegen te gaan. Bij de met een V-vormig mes behandelde dieren trad ook verhoogde uitval op hoofdzakelijk als gevolg van pikkerij, wat aan het eind van de legperiode resulteerde in 19,2 % uitval. Vanaf 23 weken leeftijd kregen deze hennen ook sparrenbomen, maar ook hier bleek dit niet afdoende om pikkerij tegen te gaan. De traditionele wijze van snavelkappen op zes weken leeftijd voorkwam problemen met pikkerij/kannibalisme voldoende. De productie van de dieren was goed en de uitval bleef beperkt tot 4,6%. Het branden van de snavels op zeven dagen leeftijd bleek ook pikkerij voldoende te voorkomen (9,7 % uitval).

Het optreden van pikkerij had niet alleen verhoogde uitval tot gevolg, maar ook een toename van de voeropname, een lagere eiproductie en meer vuilschalige eieren. Dit laatste werd veroorzaakt doordat veel hennen in de afdelingen waar pikkerij optrad, in de nesten schuilden en daar mest produceerden. Aan het eind van de legperiode waren de dieren in deze afdelingen flink kaal. De bevedering van de traditioneel gekapte hennen en de hennen met gebrande snavels vertoonde een normaal slijtageverloop tijdens de legperiode.

Op 24 weken leeftijd vond in één van de subafdelingen met traditioneel gekapte hennen een ongeluk plaats, waarbij de hennen massaal in één legnest waren gekropen. Hierdoor vielen 28 hennen uit. Hiervan is de oorzaak onbekend. Omdat het niet waarschijnlijk is, dat het incident iets te maken heeft met de vergelijking van wel of niet beluchten, is in tabel 3.7 het cijfer voor de uitval bij deze groep gecorrigeerd.

Evenals in de twee eerdere proeven zijn de verschillen in resultaten tussen beide huisvestings-systemen klein. Statistische analyse over de resultaten van de drie proeven leverde geen significante verschillen op. Wel was er een tendens voor het verschil in voerconversie waarbij deze voor de buizenbeluchting 2 punten hoger is dan bij traditionele mestopvang (2,30 versus 2,28). Waarschijnlijk hebben de dieren in de afdeling met buizenbeluchting wat meer voer nodig ter compensatie van de iets lagere staltemperatuur. In de eerste twee proeven werd lucht met een minimum temperatuur van 17 °C onder de dieren gebracht. In de derde proef was de minimum temperatuur weliswaar minimaal 20 °C, maar de hoeveelheid lucht onder de dieren was ook groter. Hierdoor zal de voelbare warmte, die de dieren ervaren door de lucht die langs hun heen stroomt, lager zijn dan bij de traditionele afdeling. Wanneer de staltemperatuur in de afdeling met buizenbeluchting 1 °C hoger was geweest (op dierniveau), zou de voeropname ongeveer 1,5 gram/hen/dag lager zijn en is er geen verschil meer in voerconversie.

Strooisel 3" proef

Omdat de hennen het strooisel goed droog en rul hielden, is gedurende de legperiode niet bijgestrooid. Het d.s.-gehalte aan het einde van de legperiode was in de afdeling met traditionele mestopvang 86 % en in de afdeling met buizenbeluchting 84 %. Het dikker worden van de strooisellaag is terug te voeren op een toename van de hoeveelheid mest in de strooiselruimte. Ook zullen in de subafdelingen delen van de sparrenbomen in het strooisel zijn terechtgekomen. In tabel 3.8 is de dikte van de strooisellaag aan het einde van de legperiode weergegeven. Het is duidelijk dat de subafdelingen met niet gekapte hennen en de subafdelingen met V-vormig behandelde hennen een dunnere strooisellaag hadden. Omdat deze afdelingen waren voorzien van sparrenbomen, zou juist een dikkere strooisellaag verwacht worden. Uit gedragsonderzoek bleek echter dat in de loop van de legperiode steeds minder hennen op het strooisel aanwezig waren. Waarschijnlijk heeft dit deels te maken met de overmatige pikkerij die in deze afdelingen optrad. Misschien zijn vooral dominante hennen op het strooisel aanwezig en ontwijken de overige hennen deze zoveel mogelijk. De overmatige pikkerij had hoge uitval tot gevolg, waardoor er minder dieren waren om mest te produceren in het strooisel. Dit verklaart de dunnere strooisellaag in de genoemde afdelingen, vergeleken met de afdelingen met traditioneel gekapte en gebrande hennen. Gemiddeld over de subafdelingen is er echter geen verschil in de dikte van de strooisellaag tussen de hoofdafdeling met buizenbeluchting en de traditionele afdeling. Hierdoor is er waarschijnlijk geen verschil in ammoniakemissie uit het strooisel tussen beide hoofdafdelingen.

Tabel 3.7: Technische resultaten van scharrelhennen bij twee verschillende huisvestingssystemen, 3^e proef.

Resultaten Isabrown 18 - 74 weken leeftijd	Traditioneel	Buizenbeluchting
<i>Aantal hennen bij aanvang</i>	740	740
<i>Legpercentage</i>	83,3	82,1
<i>Eigewicht (g)</i>	61,5	62,2
<i>Eimassa (g/d/d)</i>	51,3	51,1
<i>Voerverbruik (g/d/d)</i>	121,3	122,1
<i>Kg voer/kg ei</i>	2,37	2,40
<i>Aantal eieren p.o.h.</i>	298,6	300
<i>Kg ei p.o.h.</i>	18,35	18,64
<i>Uitval (%)</i>	16,1	15,1
<i>Buiten-nest-eieren (%)</i>	0,7	1,2
<i>Waterverbruik (ml/d/d)</i>	225,2	218,6
<i>Water-voerverhouding</i>	1,86	1,79
<i>Tweede soort eieren (%)</i>	11,9	14,6
<i>Kneus/breuk (%)</i>	0,8	1,3
<i>Vuilschalig (%)</i>	8,6	10,5
<i>Diergewicht (kg op 74 w leeftijd)</i>	1,86	1,93

Tabel 3.8: Dikte strooisellaag in centimeters aan het eind van de legperiode, 3^e proef.

	Traditioneel	Buizenbeluchting
<i>Niet gekapt</i>	6	6
<i>Traditioneel gekapt op 6 weken</i>	14	13
<i>V-vormig behandeld op 7 dagen</i>	7	11
<i>Gebrand op 7 dagen</i>	15	12
<i>Gemiddeld</i>	10,5	10,5

Stofconcentratie 3" proef

Tabel 3.9 toont de stofconcentraties bij scharrellhuisvesting met en zonder mestbeluchting. Uit de tabel blijkt dat de variatie in de tijd in stofniveau groot is. Dit heeft voor een groot deel te maken met het stalklimaat. Bij een hoog ventilatiedebiet is de stofconcentratie in de lucht meestal laag (zie ook bijlage 3).

Gemiddeld genomen werd een lager stofniveau gemeten in de afdeling met mestbeluchting. Alleen op 58 weken leeftijd is een hogere concentratie voor respirabel stof gemeten dan op de overige tijdstippen. Hoewel het gemiddeld ventilatieniveau dit niet duidelijk laat zien, zijn de ventilatoren een dag uit geweest in verband met een harde oostenwind en matige vorst. Wellicht dat hierdoor het afwijkende verschil in stofconcentratie is ontstaan. Het lage stofniveau bij toepassing van mestbeluchting komt overeen met de resultaten uit de eerste twee proefronden en ook met die van de proef met de geperforeerde schijnvloer onder de beun (Van Niekerk en Reuvekamp, 1997). Zowel het inhaleerbaar stofniveau als het respirabel stofniveau waren lager bij de beluchte afdeling. Dit kan voor een deel veroorzaakt zijn doordat in de afdeling met mestbeluchting meer is geventileerd.

In de drie proeven zijn de stofconcentraties gemeten in de werkgang achter de nesten. Omdat de meetplaats in beide afdelingen dezelfde is, kan wel het effect van wel en niet beluchten worden bepaald, maar is het stofniveau lager dan boven het strooisel (tabel 3.10). Op 58 en 69 weken leeftijd is de vergelijking tussen de stofconcentraties boven het strooisel en in de werkgang steeds binnen een hoofdafdeling uitgevoerd. Op het einde van de derde proef (70 weken leeftijd) zijn eenmaal de stofconcentraties gemeten boven het strooisel, waarbij het effect van wel of niet beluchten op hetzelfde tijdstip is bepaald. Voor respirabel stof is de concentratie lager bij het beluchten van de mest, maar voor inhaleerbaar stof is het effect net andersom. Omdat de meting boven het strooisel gelijktijdig in beide hoofdafdelingen slechts eenmaal is uitgevoerd, kunnen we hieraan geen conclusies verbinden.

Tabel 3.9: Stofconcentratie in de stallucht bij twee verschillende huisvestingssystemen, 3" proef.

Leeftijd (weken)	Inhaleerbaar stof (mg/m ³) *		Respirabel stof (mg/m ³) *	
	Traditioneel	Buizenbeluchting	Traditioneel	Buizenbeluchting
20	5,6	4,3	2	1,3
27	6,8	2,9	2,7	0,8
39	2,4	1,3	0,8	0,4
49	6,4	3	2,1	1,1
58	**	6,9	2,2	2,6
69 1/2	6,1	3,4	2,1	1
<i>gemiddeld</i>	5,7	3,6	2	1,2

* = meting over 48 uur, gelijktijdig bij beide huisvestingssystemen

* * = ontbrekende waarde

Tabel 3.10: Stofconcentratie in de lucht bij twee verschillende huisvestingssystemen en de vergelijking tussen meetplaatsen, in de werkgang achter de nesten en boven het strooisel, 3^e proef.

Leeftijd (weken)	Inhaleerbaar stof (mg/m ³) *				Respirabel stof (mg/m ³) *			
	Traditioneel		Buizenbeluchting		Traditioneel		Buizenbeluchting	
	Gang	Strooisel	Gang	Strooisel	Gang	Strooisel	Gang	Strooisel
58	10,2	18,4			2,3	3,5		
69			4,8	16,4			2,2	2,5
69 1/2	6,1		3,4		2,1		1,0	
70		10,1		11,6		6,9		5,6
<i>gemiddeld</i>	8,2	14,2	4,1	14,0	2,2	5,2	1,6	4,0

* = meting over 48 uur

3.6 Ammoniakemissie en droge stofgehalte 3^e proef

Traditioneel

In de eerste proef bleek de mest bij de afdeling zonder beluchting zo nat te zijn, dat geen broei optrad. Daarom is bij aanvang van de tweede ronde in de afdeling zonder mestbeluchting een dunne laag houtkrullen onder de beun aangebracht. Dit bleek echter ook niet te werken. De mest bleef te nat en dus trad geen broei op. Voor de derde proef is een dikkere laag houtkrullen aangebracht (ongeveer 10 cm). Aan het eind van deze proef was het grootste deel van de mestlaag droog gebroeid. De enkele natte plekken kwamen voor aan de strooiselkant en onder de rondrinkers. Gemiddeld was het d.s.-gehalte van de mest onder de beun 69 %.

Op een leeftijd van 52 weken (6 november 1997) is de mest onder de beun herverdeeld, omdat de ruimte onder de beun aan de strooiselkant onvoldoende was (de beun was aan de strooiselkant 60 cm hoog). Ook was in de proefstal de mest scheef verdeeld. Aan de kant van het strooisel lag veel meer mest dan aan de kant van de legnesten. Deze scheve verdeling werd veroorzaakt door:

- De hennen nemen strooisel mee vanuit de scharrelruimte naar het begin van de beun, wanneer ze het rooster opgaan.
- Het gedrag van de dieren op het einde van de lichtperiode. Tegen dit tijdstip verplaatsten de hennen zich van het strooisel op de beun en blijven zitten waar ze de eerste ruimte tegenkomen, dus aan de strooiselkant van de beun.
- De afwezigheid van zitstokken. De zitstokken waren afwezig, omdat de beun bestond uit houten lattenroosters. Als er wel zitstokken boven de beun waren aangebracht zullen de dieren zich beter verdelen over de beun, omdat de hennen 's nachts veelal op de zitstokken gaan zitten. Door de aanwezigheid van zitstokken zal de verdeling van de mest beter zijn.

- De plaatsing van de voergoten en rondrinkers op de beun. De afstand tussen de legnesten en de eerste voergoot is relatief groot. Omdat de hennen vooral mesten tijdens het eten, komt een groot deel van de mest naast de voergoten terecht en dus minder voor de legnesten.

De ammoniakemissie en klimaatgegevens staan in tabel 3.11 en in bijlage 4. De grafische weergave hiervan, voor de beide Groen Labelperioden, staat in bijlage 6. De ammoniakemissie in de zomer-Groen Labelperiode was 230 gram/dierplaats/jaar, voor de winterperiode 171 gram/dierplaats/jaar. Na de tweede periode van april tot mei 1997 neemt de ammoniakemissie af van 322 gram/dierplaats/jaar tot 163 gram/dierplaats/jaar in januari 1998. Het is niet waarschijnlijk dat de mest na de herverdeling op 6 november 1997 minder gebroeid zou hebben. Wat wel een rol gespeeld kan hebben is de hoge uitval bij twee van de vier snavelbehandelingen en de 28 verongelukte hennen in één subafdeling met traditioneel gekapte hennen in de hoofdafdeling met traditionele mestopvang. Doordat minder dieren aanwezig waren, is minder mest geproduceerd en is het oppervlak van de mest per dierplaats relatief groter, waardoor de mest beter zou kunnen drogen. Hierdoor is wellicht de ammoniakemissie lager, ook doordat minder mest heeft kunnen broeien. Aan de andere kant is het emitterend oppervlak per hen (dierplaats) toegenomen waardoor de ammoniakemissie juist hoger kan zijn. Gecorrigeerd voor uitval is de ammoniakemissie in de zomer-Groen Labelperiode 260 gram/aanwezige hen/jaar en in de winter-Groen Labelperiode 201 gram/aanwezige hen/per jaar (tabel 3.13).

Ondanks de correctie voor uitval is de ammoniakemissie nog steeds lager dan bij de traditionele huisvesting tijdens een eerder uitgevoerde proef (waarbij het effect van een geperforeerde schijnvloer is bepaald, Reuvekamp en Van Niekerk, 1996). Toen was de ammoniakemissie in de zomer-Groen Labelperiode 250 en in de winterperiode 300 gram/dierplaats/jaar. In klimaatparameters zoals debiet, temperatuur en RV in de stal of buiten zijn slechts kleine verschillen aanwezig tussen de eerder uitgevoerde en de 3" proef. Hiermee kan het verschil in ammoniakemissie niet worden verklaard. Wel was gedurende de eerste maanden van de legperiode tijdens de eerder uitgevoerde proef het strooisel in de schaartruimte vrij nat. Later is de kwaliteit steeds goed gebleven. Gedurende de 3" proef was het strooisel de gehele legperiode droog en rul. Ook was de strooisellaag bij twee van de vier subafdelingen belangrijk dunner dan in de eerder uitgevoerde proef (toen ongeveer 14 cm dik). Door beide zaken is de ammoniakemissie bij de traditionele huisvesting in de 3" proef lager dan bij de eerdere proef.

Berekend over alle perioden waarin is gemeten, was de ammoniakemissie in de 3" proef met buizenbeluchting bij het traditionele scharrelstelsel 221 gram/dierplaats/jaar en 246 gram/aanwezige hen/jaar.

Tabel 3.11: De ammoniakemissie en klimaatgegevens bij het traditionele huisvestings-systeem voor scharrelhennen, 3^o proef.

Periode	Groen NH ₃ - Label periode	NH ₃ - concentratie (ppm)	Debiet (m ³ /dier-plaats /uur)	NH ₃ - emissie (g/dier-plaats /dag)	NH ₃ - emissie (g/dier-plaats /jaar)	Stal-tempe-ratuur (°C)	Stal-RV (%)	Buiten-tempe-ratuur (°C)	Buiten-RV (%)
25 februari - 11 april	nee	18,3	1,9	0,626	221	19,9	58	7,8	77
12 april - 31 mei	nee	17,0	3,4	0,911	322	21,5	56	10,8	74
1 juni - 31 augustus	ja	7,7	5,0	0,653	230	23,9	57	18,1	82
1 - 30 september	nee	7,7	3,9	0,503	178	22,1	65	14,6	85
1 oktober - 31 december	ja	14,3	2,2	0,485	171	20,7	84	7,0	93
1 - 9 januari	nee	12,7	2,1	0,460	163	20,9	90	7,6	89
Berekend over beide Groen Label perioden		10,9	3,7	0,572	202	22,4	70	12,7	87
Berekend over alle perioden		12,7	3,3	0,625	221	21,8	67	11,7	83

Buizenbeluchting onder de beun

Gedurende de eerste twee maanden na het plaatsen van de hennen lag een rubbernoppenmat op de beun. Op 11 april 1997 (de hennen waren toen 23 weken oud) zijn de matten verwijderd in verband met vervuiling. Vrijwel alle mest bleef in de hoofdafdeling. De ammoniakemissie was in de eerste twee maanden 113 gram/dierplaats/jaar (tabel 3.12).

Evenals bij de traditioneel gehouden scharrelhennen was ook bij de buizenbeluchting de verdeling van de mest onder de beun scheef. Op het einde van de legperiode lag aan de strooiselkant ongeveer 1 m mest op vloer van de put en bij de legnesten ongeveer 10 cm. De mest lag in ruggen; onder de voergoten minder en tussen de voergoten meer mest. Ook onder de voermachines en afscheidingen van de subafdelingen lag minder mest. Na het ruimen van de dieren zijn enkele mestmonsters genomen. Het d.s.-gehalte bedroeg 86 %.

De ammoniakemissie en klimaatgegevens staan in tabel 3.12 en in bijlage 5. De grafische weergave hiervan, voor de beide Groen Labelperioden, staat in bijlage 6. Het gerealiseerde debiet is hoger dan bij het traditionele scharrelsysteem. Dit wordt veroorzaakt door:

- De hoeveelheid naar binnen geblazen opgewarmde buitenlucht (met een c.v.-installatie) via de buizenbeluchting (1,16 m³ hen/uur en een minimum temperatuur van 20 °C).

- Voor de hele duur van de ronde geldt dat de luchtbewegingspatronen in de afdeling met de buizenbeluchting anders zijn dan bij het traditionele scharrelstelsel. Door de luchtbeweging onder de beun zijn er niet alleen meer luchtwervelingen in de afdeling, maar wordt de warmte van de dieren omhoog geblazen in de richting van de temperatuurvoeler voor de regeling van de ventilatie. Bij het traditionele huisvestingssysteem is de luchtstroom langs de dieren juist anders om, doordat geen opwaartse luchtstroom langs de dieren aanwezig is.

De ammoniakemissie in de zomer-Groen Labelperiode was 152 gram/dierplaats/jaar, voor de winter-Groen Labelperiode was dat 69 gram/dierplaats/jaar. Berekend over alle perioden was de ammoniakemissie bij toepassing van buizenbeluchting onder de beun 109 gram/dierplaats/jaar. Ten opzichte van de traditioneel gehouden scharrelhennen waren de reductiepercentages: zomer-Groen Labelperiode 34 %, winter-Groen Labelperiode 60 % (gemiddeld 45 %) en voor alle perioden 50 % (tabel 3.13).

Evenals bij de traditionele huisvesting heeft wellicht de hoge uitval invloed op het niveau van de ammoniakemissie (tabel 3.13). Als deze wordt gecorrigeerd voor uitval is de ammoniakemissie voor de zomer-Groen Labelperiode 163 gram/aanwezige hen/jaar, voor de winter-Groen Labelperiode 77 gram/aanwezige hen/jaar en voor alle perioden 117 gram/aanwezige hen/jaar. Door de correctie voor uitval verandert ook het reductiepercentage. Voor de zomer-Groen Labelperiode is dat 37 %, voor de winter Groen-Labelperiode 62 % (gemiddeld 47 %) en voor alle perioden 52 %. Door de correctie voor uitval is het reductiepercentage maar weinig hoger (2-3%) dan zonder de correctie.

Bij de tegenvallende reductiepercentages ten opzichte van de controle kunnen verschillende factoren een rol spelen:

- De lage ammoniakemissie bij de traditionele huisvesting.
- Diepte van de mestput (de afstand dat de mest naar beneden valt). Deze afstand is maximaal 1,6 m aan het begin van de legronde en dus vrij groot. Een deel van de keutels viel uiteen in een plakkaat wanneer zij op de onderliggende laag vielen. Hierdoor is de structuur van de mestlaag minder goed, waardoor de mest minder gemakkelijk vocht afstaat. De diepe put is nodig om de mest gedurende de gehele ronde te kunnen opslaan. Droge mest klinkt nauwelijks in en heeft een groter volume dan de mest van traditioneel gehouden scharrelhennen. Dit zal dus niet veel anders zijn dan in de praktijk, wanneer daar mestdroging wordt toegepast. Wel kan in de praktijk de mestput wat minder diep zijn.
- Slechte verdeling van de mest. De slechte verdeling van de mest werd veroorzaakt door de inrichting van de scharrelstal en doordat de dieren 's nachts aan de strooiselkant van de beun dicht op elkaar zitten dan aan de nestenkant. De verdeling van de luchthoeveelheid over de vier buizen was enigszins aangepast aan de verdeling van de mest. Ook is met de afstand van de buizen tot de mest rekening gehouden met de hoogte van de mestrug en de afstand overal zo gelijk mogelijk gehouden. Het kan zijn dat de luchthoeveelheid aan de strooiselkant, waar de meeste mest terechtkomt niet groot genoeg was. Nadat de dieren waren geruimd bleek (op het bovenste dunne laagje mest na) de volledige laag droog te zijn, maar dit kan ook door broei veroorzaakt zijn.
- Het optreden van broei in de mestlaag vlak onder de natte mest. Wanneer de mest niet voldoende snel droogt treedt broei op, waardoor de mest ook droog wordt, maar de ammoniakemissie toeneemt.

- Slechte droogomstandigheden. In de perioden met buiten een vrij hoge **RV** en temperatuur zal de droging van de mest veel minder goed zijn geweest. Bijverwarmen van deze buitenlucht tot 20 °C heeft dan slechts een gering effect op de RV van de lucht waarmee de mest gedroogd wordt. Omdat de mest de gehele ronde onder de beun blijft liggen, ontstaat in perioden met een hoge RV van de drooglucht een achterstand in het drogen van de mest. Hierdoor wordt de kans groter dat de mest gaat broeien. Het is dus van belang iedere dag te zorgen voor een voldoende grote droogsnelheid van de mest. Praktisch gezien betekent dit iedere dag zorgen voor een voldoende lage RV (in combinatie met temperatuur en hoeveelheid lucht). Dit kan men bereiken door toepassing van RV-regelingen met een klimaatcomputer. Ook is een ruime marge in de droogcapaciteit noodzakelijk. Er zal bijvoorbeeld een grote hoeveelheid lucht en een grote verwarmingscapaciteit geïnstalleerd moeten worden, om ook onder slechte omstandigheden de mest goed te kunnen drogen. Onder goede omstandigheden kan men de capaciteit verrinderen, bijvoorbeeld door toepassing van intermitterende beluchting. Wel moet men ervoor zorgen dat geen natte lagen ontstaan die kunnen gaan broeien.

De mest is gedroogd met een grote hoeveelheid lucht (1,16 m³/hen/uur) en de buitenlucht is opgewarmd tot minimaal 20 °C met een c.v.-installatie. In een praktijksituatie kan men gebruik maken van een warmtewisselaar of een luchtmengkast, eventueel aangevuld met polyethyleenslangen in de nok van de stal. Om dezelfde minimum temperatuur te halen als in de proef is toegepast (of dezelfde RV) zal waarschijnlijk aanvullend verwarmd moeten worden. Ook zal vrij veel elektriciteit nodig zijn voor de ventilatoren voor de mestbeluchting. In de drie proeven is steeds een staltemperatuur aangehouden van 20 °C. Om proeftechnische redenen was het niet gewenst in de hoofdafdeling waar de mest werd belucht, een hogere temperatuur aan te houden. Omdat het beluchten van de mest een lage ammoniakconcentratie tot gevolg heeft, kan een hogere staltemperatuur worden toegepast dan bij traditionele mestopvang. Hierbij kan het handhaven van een goede strooiselkwaliteit beperkend zijn, omdat voldoende vocht uit de stal afgevoerd moet worden. De hogere staltemperatuur levert een besparing op in elektriciteitskosten voor ventilatie en in voerkosten. Ook kan een hoger rendement gehaald worden van de warmtewisselaar en de polyethyleenslangen. Het grootste deel van de benodigde minimum ventilatie komt binnen in de stal via de mestbeluchting. Hierdoor hoeven de stalventilatoren minder lucht af te voeren uit de stal.

Tabel 3.12: De ammoniakemissie en klimaatgegevens van het huisvestingssysteem voor scharrelhennen met buizenbeluchting onder de beun, 3^e proef.

Periode	Groen Label periode	NH ₃ -concentratie (ppm)	Debiet (m ³ /dierplaats /uur)	NH ₃ -emissie (g/dierplaats /jaar)	NH ₃ -emissie (g/dierplaats /jaar)	Staltemperatuur (°C)	Stal RV (%)	Buitemtemperatuur (°C)	Buitem RV (%)	Mestbeluchtings-temperatuur (°C)
25 februari - 11 april	nee	7,7	2,4	0,319	113	20,4	50	7,8	77	17,3
12 april - 31 mei	nee	3,6	4,9	0,324	115	21,5	50	10,8	74	20
1 juni - 31 augustus	ja	3,8	6,6	0,429	152	23,9	59	18,1	82	22,3
1 - 30 september	nee	3	5,6	0,283	100	21,5	71	14,6	85	20,9
1 oktober - 31 december	ja	3,4	3,4	0,195	69	20,2	55	7	93	20,4
1 - 9 januari	nee	3,4	3,1	0,182	64	20,2	76	7,6	89	20,5
Berekend over beide Groen Label perioden		3,6	5,1	0,316	111	22,1	58	12,7	87	21,4
Berekend over alle perioden		4,2	4,6	0,31	109	21,6	56	11,7	83	20,4

Tabel: 3.13 De ammoniakemissie bij wel of niet beluchten van de mest en de reductie door buizenbeluchting berekend per dierplaats (per opgehokte hen) en aanwezige hen (aanwezige hen), 3^e proef.

Periode	Groen Label periode	Ammoniakemissie Traditioneel		Ammoniakemissie Buizenbeluchting		Reductie (%)	
		g/dier-plaats /jaar	g/a.h. /jaar	g/dier-plaats /jaar	g/a.h. /jaar	Op basis van dier-plaatsen	Op basis van aanwezige hennen
25 februari - 11 april	nee	221	221	113	113	49	49
12 april - 31 mei	nee	322	343	115	116	64	66
1 juni - 31 augustus	ja	230	260	152	163	34	37
1 - 30 september	nee	178	206	100	110	44	46
1 oktober - 31 december	ja	171	201	69	77	60	62
1 - 9 januari	nee	163	191	64	72	60	62
Berekend over beide Groen Label perioden		202	232	111	122	45	47
Berekend over alle perioden		221	246	109	117	50	52

4 Economische evaluatie

In dit hoofdstuk geven we uitleg over een economische berekening, die gemaakt is voor de situatie in de 3^e proef met buizenbeluchting. Hierbij is gebruik gemaakt van de KWIN-V-bundel (1998), de publicatie "Oorzaken van energieverbruik en kosten van afzet en verwerking van mest" (Van Horne et al., 1995) en een persoonlijke mededeling van Ellen (1998). Voor de economische berekening is uitgegaan van een warmtewisselaar, een polythyleenslang in de nok en de mogelijkheid om de lucht aanvullend te verwarmen met een c.v.-installatie. Inclusief de investering voor de PVC-buizen onder de beun, worden de jaarkosten van de investering geschat op f 0,82 per hen per jaar (tabel 4.1). Het energieverbruik is niet gemeten. De jaarlijkse exploitatiekosten voor electriciteit en aardgas worden geschat op f 1,87 per hen. Deze kosten zijn hoog en het gevolg van de grote hoeveelheid lucht (1,2 m³/hen/uur) en de hoge minimum temperatuur (20 °C) van de lucht waarmee de mest onder de beun gedroogd is. In het voorbeeld (tabel 4.1) hebben de warmtewisselaar en polyethyleenslangen samen een rendement van 80 %. Indien het rendement 10 % daalt worden de verwarmingskosten f 0,80 hoger. Het is dus belangrijk regelmatig de warmtewisselaar te controleren of deze niet te veel is vervuild, waardoor het rendement afneemt. In het voorbeeld hebben we gekozen voor een vrij grote warmtewisselaar en een hoog vermogen van de ventilator die de buitenlucht over de mest brengt. De benodigde capaciteit van de ventilator hangt onder andere af van de tegendruk in het beluchtingssysteem. Indien een ventilator met een 25 % lager vermogen kan volstaan, zijn de electriciteitskosten f 0,35 lager. Het negatieve effect van het beluchten van de mest op de voerconversie wordt te niet gedaan als de staltemperatuur gelijk is aan die bij traditionele mestopvang en is wellicht gunstiger bij een hogere staltemperatuur. Uitgaande van de vuistregel dat de voeropname met 1,5 gram/hen/dag verandert indien de staltemperatuur met 1 °C wijzigt, zullen de voerkosten f 0,22 per hen per jaar lager zijn als de temperatuur 1 °C hoger is. Door de hogere staltemperatuur kan ook een hoger rendement gehaald worden van de warmtewisselaar en de polyethyleenslangen. Daarnaast komt de minimale hoeveelheid verse lucht in de stal via de buizenbeluchting. De besparing op electriciteitskosten voor de stalventilatoren is echter relatief gering. Wanneer deze 15 % minder draaien dalen de electriciteitskosten met f 0,03. Het drogen van de mest met buizenbeluchting kost in dit voorbeeld f 2,66 per hen per jaar. Per ei zijn de kosten afgerond 0,9 cent (330 eieren per aanwezige hen).

Tabel 4.1: De extra investeringen, de jaarkosten van de investeringen en de exploitatiekosten van het drogen van de mest onder de beun met PVC-buizen.

Omschrijving extra investeringen en exploitatiekosten	Bedrag per hen per jaar
Extra investeringen en de kosten daarvan	
– Warmtewisselaar en polyethyleenslangen in de nok, compleet geïnstalleerd, f 50.000,- (f 3,33/henplaats), afschrijving 7%, onderhoud 3%, rente 6%, restwaarde 0	f 0,43
– C.v.-installatie, compleet geïnstalleerd, f 30.000,- (f 2,-/henplaats), afschrijving 7%, onderhoud 3%, rente 6%, restwaarde 0	f 0,26
– PVC buizen (diameter 20 cm) onder de beun inclusief aansluiting op polyethyleenslangen en ophanging f 21 .000,- (f1,40/henplaats), afschrijving 5%, onderhoud 1%, rente 6%, restwaarde 0	<u>f 0,13</u>
Totale jaarkosten van de investeringen	f 0,82
Exploitatiekosten	
<i>Extra exploitatiekosten</i>	
– Elektriciteit mestdroging: 6,7 kWh per hen (f 0,24/kWh)	
– Verwarming: 0,40 m ³ aardgas/hen (f 0,66/m ³)	f 1,61
	f 0,26
<i>Besparing op exploitatiekosten</i>	
– Elektriciteit stalventilatoren, deze draaien 15% minder 0,8 kWh per hen x 0,15 x f 0,24/kWh	
	<u>f 0,03 -/-</u>
<i>Verschil extra en besparing exploitatiekosten</i>	f 1,87
Totale kosten	
Totale extra kosten voor investeringen en exploitatie	f 2,66

De uitgangspunten voor de economische evaluatie:

- Twee stallen met per stal 7500 hennen en mechanische ventilatie.
- Een luchthoeveelheid van 1,2 m³/hen/uur via de buizenbeluchting en een minimum temperatuur van 20 °C.
- Een warmtewisselaar voor beide stallen en in de nok van beide stallen een of meerdere polyethyleenslangen. De staltemperatuur is 21 °C en in de nok 24 °C. Het rendement van de warmtewisselaar en slangen is 80 %. De capaciteit van de inblaasventilator (die lucht in de buizen van de mestbeluchting blaast) van de warmtewisselaar is 10 kW en die van de uitblaasventilatoren (die stallucht door de warmtewisselaar blazen) is totaal 1,5 kW.
- Een groot deel van het jaar wordt de drooglucht aanvullend verwarmd met een c.v.-installatie (HR-ketel, rendement installatie 85 %).
- De energiekosten zijn inclusief ecotax, energieprijzen KWIN 1998- 1999.
- Er is geen verschil in technische resultaten.

5 Conclusies

Uit de drie proeven kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- In technische resultaten zijn geen aantoonbaar verschillen aanwezig, behalve een tendens in voerconversie. De voerconversie lijkt bij de toepassing van buizenbeluchting 0,02 (2 punten) hoger dan bij de traditionele mestopvang. Waarschijnlijk hebben de dieren in de afdeling met buizenbeluchting wat meer voer nodig ter compensatie van de iets lagere staltemperatuur.
- De concentratie van inhaleerbaar- en respirabelstof is gemiddeld lager door het beluchten van de mest dan bij traditionele mestopvang. Voor een deel werd het verschil in stofconcentratie veroorzaakt door het hogere debiet (uit de hoofdafdeling) bij het beluchten van de mest.
De ammoniakemissie bij de traditionele mestopvang was in de 3" proef in de Groen Labelperioden 202 gram/dierplaats/jaar. Gecorrigeerd voor de hoge uitval bedroeg de ammoniakemissie 246 gram/aanwezige hen/jaar. Het strooisel bleef gedurende de hele legperiode droog en rul. De gemeten ammoniakemissie in de 3" proef was aanzienlijk lager dan in een eerdere proef, toen het effect van een geperforeerde schijnvloer werd bepaald. In die proef was de emissie in de Groen Labelperioden 273 gram/dierplaats/jaar. De belangrijkste oorzaak voor de lagere ammoniakemissie is de goede kwaliteit van het strooisel in het begin en de dunnere strooisellaag aan het eind van de 3" proef. De ammoniakemissie bij traditionele mestopvang kan dus belangrijk variëren in de tijd.
- De ammoniakemissie bij buizenbeluchting was in de 3" proef in de Groen Labelperioden 111 gram/dierplaats/jaar. Gecorrigeerd voor de hoge uitval in de 3" proef was dit 122 gram/aanwezige hen/jaar.
- Het beluchten van de mest reduceert de ammoniakemissie met 45 % in de 3" proef (gecorrigeerd voor uitval 47 %). Dit is gerealiseerd met een grote hoeveelheid lucht (1,16 m³/hen/uur) en een hoge minimum temperatuur van deze lucht (20 °C). De belangrijkste verklaring voor de lage reductie in de laatste proef was de laag uitvallende ammoniakemissie bij de traditionele huisvesting. Hiernaast was de reductie in ammoniakemissie laag door de slechte verdeling van de mest, de diepte van de mestput en wellicht het optreden van broei met name in perioden met een hoge buiten temperatuur en RV.
- Uitgaande van de situatie in de 3" proef worden de kosten voor het drogen van de mest met buizenbeluchting geschat op f 2,66 per hen per jaar. Dit zijn de kosten voor de extra investeringen en exploitatie. Met name de energiekosten zijn hoog. Per ei liggen de kosten afgerond op 0,9 cent.

Literatuur

- Bleijenberg, R. & J.P.M. Ploegaart. 1994. Handleiding meetmethode ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen. IMAG-DLO rapport 94- 1.
- Ellen, H.H. 1998. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. Persoonlijke mededeling.
- Haar, J.W. van der & R. Meijerhof. 1996. Ammoniakemissie bij vleeskuikenouderdieren in een stal met 70 % roostervloer en schijnvloer in de mestput. PP-uitgave no. 5 1 (27 pag.).
- Haar, J.W. van der, R. Meijerhof & J.H. van Middelkoop. 1998. Ammoniakemissie bij vleeskuikenouderdieren in grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf. PP-uitgave no. 70 (34 pag.).
- Horne, P.L.M. van, P. J.W. ten Have, R. Hoste & P. J.L. Derikx. 1995. Energieverbruik en kosten afzet en verwerking van mest. Onderzoeksverslag no. 136 (106 pag.)
- KWIN-V, 1998. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1998- 1999, Praktijkonderzoek Rund-vee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- Meijerhof, R. en J.W. van der Haar, 1994. Ammoniakemissie van vleeskuikenouderdieren bij verschillende vormen van huisvesting. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. PP-uitgave no. 18 (34 pag.).
- Niekerk, Th.G.C.M. van, & B.F.J. Reuvekamp. 1994. Alternatieve huisvesting leghennen; tussentijds verslag, 1e ronde. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. PP-uitgave no. 19 (32 pag.).
- Niekerk, Th.G.C.M. van, & B.F.J. Reuvekamp. 1995. Alternatieve huisvesting leghennen; tussentijds verslag, 2e ronde. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. PP-uitgave no. 32 (43 pag.).
- Niekerk, Th.G.C.M. van, B.F.J. Reuvekamp & M.C. Kiezebrink 1998. Snavelbehandelingen bij scharrelhennen. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. PP-uitgave no. 73 (50 pag.).
- Reuvekamp, B.F.J., & Th.G.C.M. van Niekerk 1994. Eerste ronde scharrelhennenproef afgesloten; Beluchten onder de beun beperkt ammoniakemissie. Pluimveehouderij 24(34): 22-23.
- Reuvekamp, B.F.J., & Th.G.C.M. van Niekerk 1996a. Ammoniakemissie bij scharrelhennen. Resultaten geperforeerde schijnvloer moeten beter. Pluimveehouderij 26(50):12- 13
- Reuvekamp, B.F.J., & Th.G.C.M. van Niekerk 1996b. Ammoniakemissie bij scharrelhennen, traditioneel en geperforeerde schijnvloer. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij. PP-uitgave no. 55 (48 pag.)

Bijlage 1: Technische resultaten per week van traditioneel gehouden scharrelhennen. 3^e proef.

Leef- tijd (we- ken)	Uit- val (%)	Buiten- nest- eieren (%)	Leg (%)	Eige- wicht (g)	Ei- massa (g/d/d)	Voer- ver- bruik (g/d/d)	Voer- con- ver- sie	Water- ver- bruik (ml/d/d)	Water/ voer- verhou- ding	Tweede soort (%)
17	0,0	*	0,0	*	*	87,5	*	97,5	1,12	*
18	0,0	1,9	3,0	*	*	91,8	*	145,3	1,58	23,4
19	0,0	0,8	16,1	43,2	7,0	100,6	14,95	168,6	1,68	12,7
20	0,1	0,8	46,6	46,5	21,7	113,5	5,29	202,9	1,79	9,1
21	0,3	1,4	72,2	49,0	35,4	116,4	3,29	206,9	1,78	7,2
22	0,8	1,7	85,5	51,4	43,9	115,1	2,62	227,5	1,98	7,6
23	0,6	2,7	89,5	53,5	47,9	122,7	2,57	229,8	1,87	8,3
24	4,6	3,2	88,8	55,2	49,1	129,1	2,63	244,4	1,90	9,5
25	0,0	1,8	94,0	56,7	53,3	126,3	2,37	241,8	1,92	6,1
26	0,1	1,6	89,2	58,0	51,8	130,4	2,53	235,5	1,82	6,2
27	0,1	1,7	94,4	59,0	55,7	117,9	2,12	229,5	1,96	5,9
28	0,4	1,1	91,3	59,3	54,2	116,7	2,15	243,1	2,09	5,0
29	0,1	0,7	91,4	60,5	55,3	118,2	2,14	226,8	1,95	5,4
30	2,5	0,6	94,1	60,1	56,5	121,6	2,16	236,8	1,95	5,1
31	1,1	0,3	90,8	59,5	54,0	116,9	2,16	259,8	2,24	3,3
32	0,3	0,4	90,1	60,0	54,1	123,0	2,28	242,9	1,97	4,6
33	0,6	0,2	94,3	61,4	57,9	113,2	1,96	239,3	2,12	3,1
34	0,1	0,4	92,7	61,7	57,2	128,7	2,27	233,4	1,83	5,4
35	0,2	0,5	91,8	61,9	56,8	117,3	2,07	229,9	1,96	5,3
36	0,3	0,3	87,9	61,1	53,7	112,1	2,09	246,1	2,20	4,7
37	0,5	0,3	88,4	61,8	54,7	121,0	2,23	238,0	1,96	4,8
38	0,1	0,3	91,9	62,4	57,3	120,6	2,11	235,5	1,95	6,8
39	0,3	0,1	90,4	62,9	56,8	121,5	2,14	242,3	2,00	4,7
40	0,5	0,1	88,7	62,4	55,2	120,1	2,18	251,2	2,09	5,0
41	0,2	0,1	91,1	62,4	56,8	110,0	1,94	253,7	2,31	4,2
42	0,2	0,2	89,9	62,1	55,8	108,3	1,95	247,4	2,29	4,8
43	0,3	0,1	89,2	62,1	55,4	112,5	2,05	220,2	1,96	9,6
44	0,4	0,1	90,3	62,3	56,2	121,5	2,16	217,4	1,79	12,5
45	0,0	0,1	93,7	62,3	58,3	120,4	2,07	228,4	1,90	14,6
46	0,2	0,2	89,9	63,4	57,0	119,8	2,11	221,3	1,86	14,4
47	0,3	0,3	89,6	63,4	56,8	120,1	2,13	222,0	1,86	13,4
48	0,3	0,2	86,9	64,0	55,5	121,2	2,19	223,5	1,85	16,8
49	0,0	0,4	88,6	64,0	56,6	123,0	2,17	214,0	1,74	18,6
50	0,2	0,2	87,1	63,1	55,0	126,5	2,31	223,5	1,77	16,1
51	0,1	0,2	90,3	63,1	57,0	120,6	2,12	221,1	1,84	15,5
52	010	0,4	86,9	64,4	55,9	115,6	2,07	216,0	1,89	15,8
53	0,1	0,3	81,0	64,4	52,1	116,9	2,25	214,1	1,85	16,4
54	0,0	0,3	88,9	63,5	56,4	120,2	2,13	216,1	1,80	20,0
55	0,0	0,8	79,4	63,5	50,4	121,9	2,42	214,0	1,76	20,6
56	0,0	1,0	83,6	63,6	53,2	129,8	2,44	224,1	1,73	20,7
57	0,0	0,7	83,6	63,6	53,1	133,5	2,52	225,4	1,69	18,5
58	0,0	1,3	88,5	64,7	57,2	131,1	2,29	218,2	1,67	20,7
59	0,3	1,4	78,3	64,7	50,7	122,6	2,42	220,6	1,82	23,3
60	0,2	1,1	83,8	64,8	54,3	122,9	2,26	219,1	1,79	22,8

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 1

Leef- tijd (we- ken)	Uit- val (%)	Buiten- nest- eieren (%)	Leg (%)	Eige- wicht (g)	Ei- massa (g/d/d)	Voer- ver- bruik (g/d/d)	Voer- con- ver- sie	Water- ver- bruik (ml/d/d)	Water/ voer- verhou- ding	Tweede soort (%)
61	0,0	1,0	80,9	64,8	52,5	122,8	2,34	219,6	1,80	23,9
62	0,2	0,8	80,9	64,6	52,2	124,9	2,39	222,6	1,79	26,7
63	0,3	1,0	79,9	64,6	51,6	131,7	2,55	221,3	1,69	22,1
64	0,0	0,9	80,7	64,6	52,2	134,4	2,58	225,1	1,69	15,5
65	0,2	0,6	87,8	64,6	56,7	135,1	2,39	229,1	1,71	17,4
66	0,8	0,8	75,8	65,0	49,3	133,5	2,72	230,9	1,73	16,9
67	0,5	0,6	82,6	65,0	53,7	129,7	2,42	229,1	1,77	12,6
68	0,3	0,3	78,4	65,4	51,3	128,9	2,51	213,9	1,67	10,7
69	0,19	0,13	76,9	65,4	50,3	127,1	2,53	206,7	1,64	11,4
70	0,4	0,2	75,6	65,2	49,2	126,9	2,58	206,2	1,63	13,4
71	0,5	0,3	73,1	65,2	47,6	126,3	2,65	212,5	1,69	14,6
72	0,18	0,1	73,0	65,2	47,6	125,3	2,63	215,4	1,73	15,7
73	0,8	0,1	68,9	65,5	45,1	119,4	2,66	220,1	1,86	18,7
74	0,3	0,2	71,5	65,5	46,8	119,7	2,56	216,4	1,81	15,9

Bijlage 2: Technische resultaten per week van scharrelhennen bij toepassing van buizenbeluchting onder de beun, 3^e proef.

Leef- tijd (we- ken)	Uit- val (%)	Buiten- nest- eieren (%)	Leg (%)	Eige- wicht (g)	Ei- massa (g/d/d)	Voer- ver- bruik (g/d/d)	Voer- con- ver- sie	Water- ver- bruik (ml/d/d)	Water/ voer- verhou- ding	Tweede soort (%)
17	0,0	*	0,0	*	*	88,0	*	96,8	1,10	*
18	0,0	717	2,0	*	*	91,1	*	146,1	1,61	35,2
19	0,0	7,9	13,0	43,2	5,7	100,8	22,00	160,5	1,59	14,1
20	0,0	2,5	37,3	46,4	17,4	114,3	7,06	193,4	1,69	7,9
21	0,0	4,1	64,4	49,7	32,0	112,5	3,54	196,1	1,75	8,1
22	0,3	3,7	80,8	51,8	41,8	111,3	2,66	209,4	1,88	7,4
23	0,1	3,5	88,8	54,0	48,0	116,8	2,44	214,7	1,84	7,6
24	0,3	2,0	84,6	53,9	45,6	131,1	2,89	234,3	1,81	7,5
25	0,3	1,0	93,8	55,8	52,4	141,2	2,70	239,3	1,70	7,9
26	0,0	1,5	90,3	58,8	53,0	138,2	2,61	235,5	1,73	7,2
27	0,1	2,3	95,6	59,6	57,1	122,4	2,14	230,6	1,89	7,6
28	0,7	1,7	90,2	59,8	53,9	120,2	2,24	237,1	1,99	6,4
29	1,0	1,6	90,4	60,9	55,0	119,9	2,19	222,8	1,87	6,1
30	0,9	018	93,6	60,8	56,9	125,6	2,21	235,9	1,88	5,7
31	1,3	0,9	91,1	60,7	55,2	126,2	2,28	260,0	2,07	5,0
32	1,1	0,9	92,5	61,3	56,7	124,4	2,19	244,0	1,97	5,4
33	0,6	0,8	91,2	62,2	56,7	120,5	2,13	235,8	1,97	6,7
34	0,7	0,8	92,1	62,5	57,5	115,8	2,02	230,2	1,99	7,6
35	0,3	0,7	92,4	62,6	57,8	115,7	2,01	232,4	2,01	6,2
36	0,1	0,8	89,7	61,7	55,3	117,9	2,14	247,2	2,10	5,7
37	0,7	0,4	93,2	61,5	57,2	125,2	2,19	239,4	1,91	7,4
38	0,0	0,5	91,0	62,7	57,0	125,4	2,20	234,8	1,87	8,5
39	0,0	0,3	94,6	62,9	59,4	127,0	2,14	235,3	1,85	7,2
40	0,5	0,6	87,8	63,3	55,5	125,0	2,26	249,4	2,00	6,8
41	0,5	0,7	89,1	63,3	56,4	112,4	2,00	251,7	2,24	6,6
42	0,1	0,3	89,5	62,9	56,2	107,4	1,92	245,0	2,28	8,8
43	0,2	0,5	88,3	62,9	55,5	107,9	1,96	214,1	1,99	13,1
44	0,0	0,3	88,6	63,2	55,8	126,3	2,27	209,9	1,67	14,8
45	0,1	0,3	88,5	63,2	55,8	121,9	2,19	211,6	1,74	18,4
46	0,2	0,3	87,3	64,2	56,0	111,4	2,02	210,5	1,89	19,9
47	0,0	0,5	89,8	64,2	57,6	111,8	1,96	208,0	1,87	17,5
48	0,3	0,6	77,6	64,1	49,6	120,1	2,46	209,3	1,75	22,5
49	0,2	0,6	87,0	64,1	55,6	128,6	2,34	206,2	1,61	25,2
50	0,0	1,0	86,5	64,1	55,4	134,1	2,44	212,2	1,59	21,7
51	0,1	1,7	87,6	64,1	56,0	118,1	2,12	212,7	1,82	23,1
52	0,0	1,9	85,6	65,8	56,2	112,9	2,04	207,2	1,85	21,3
53	0,3	1,5	78,9	65,8	51,9	116,1	2,26	202,8	1,76	22,8
54	0,0	1,9	86,6	65,1	56,3	123,7	2,21	208,0	1,68	24,5
55	0,3	1,7	76,5	65,1	49,7	125,3	2,55	206,4	1,65	26,7
56	0,0	1,6	81,8	65,2	53,3	129,1	2,44	213,4	1,66	29,5
57	0,1	1,2	83,3	65,2	54,2	129,1	2,40	214,8	1,67	25,3
58	0,0	1,9	82,4	65,7	54,1	124,4	2,32	206,4	1,66	27,7
59	0,3	1,8	80,7	65,7	53,0	118,2	2,25	209,0	1,78	23,7
60	0,0	1,1	80,3	65,7	52,7	120,7	2,31	205,4	1,71	26,5

*= ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 2

Leef- tijd (we- ken)	Uit- val (%)	Buiten- nest- eieren (%)	Leg (%)	Eige- wicht (g)	Ei- massa (g/d/d)	Voer- ver- bruik (g/d/d)	Voer- con- ver- sie	Water- ver- bruik (ml/d/d)	Water/ voer- verhou- ding	Tweede soort (%)
61	0,1	1,3	78,7	65,7	51,6	120,7	2,35	202,7	1,69	23,1
62	0,2	111	76,0	64,8	49,2	122,6	2,49	207,8	1,70	32,0
63	0,3	1,3	77,8	64,8	50,3	127,0	2,54	208,3	1,64	24,6
64	0,3	0,9	77,9	65,2	50,7	131,9	2,61	214,1	1,62	15,1
65	0,3	112	80,7	65,2	52,5	134,9	2,58	218,6	1,62	18,5
66	0,8	1,1	76,9	65,9	50,6	134,5	2,67	218,6	1,63	17,9
67	0,6	0,9	80,9	65,9	53,2	132,1	2,49	223,8	1,70	16,3
68	0,2	0,9	77,0	65,8	50,6	128,5	2,56	211,7	1,65	14,3
69	0,1	111	77,5	65,8	51,0	121,4	2,38	204,3	1,69	14,7
70	0,1	110	75,3	65,8	49,6	123,2	2,50	204,6	1,67	18,6
71	0,3	0,6	75,4	65,8	49,6	124,9	2,53	210,3	1,69	19,3
72	0,6	0,5	73,7	65,8	48,5	126,8	2,62	214,5	1,70	16,5
73	0,7	017	69,4	66,4	46,0	129,2	2,83	218,0	1,70	19,5
74	0,7	0,7	72,7	66,4	48,2	117,5	2,45	217,7	1,89	18,9

Bijlage 3: Stofconcentratie en klimaatgegevens van het traditionele huisvestingssysteem voor scharrelhennen en met buizenbeluchting onder de beun, 3° proef.

Leeftijd (weken)	Traditioneel					Buizenbeluchting					Buiten stal			Meetdata
	Inhaleer- baar stof (mg/ m³)	Respira- bel stof (mg/ m³)	Debiet (m³/a.h./ uur)	Stal- tempera- tuur (°C)	Stal- RV (%)	Inhaleer- baar stof (mg/ m³)	Respi- rabel stof (mg/ m³)	Debiet (m³/a.h./ uur)	Stal- tempe- ratuur (°C)	Stal- RV (%)	Buiten tempera- tuur (°C)	Buiten RV (%)		
20	5,6	2,0	1,6	20,1	63	4,3	1,3	2,3	20,5	54	7,4	92	17-19 maart	
27	6,8	2,7	3,6	21,5	74	2,9	0,8	5,5	21,2	48	11,6	75	27-29 mei	
39	2,4	0,8	5,0	25,1	55	1,3	0,4	7,1	25,0	54	20,1	76	5-7 augustus	
49	6,4	2,1	2,5	20,8	78	3,0	1,1	4,4	20,0	*	8,5	96	13-15 oktober	
58	*	2,2	2,3	16,5	88	6,9	2,6	3,0	18,4	49	*	*	16-18 december	
70	6,1	2,1	2,2	20,8	*	3,4	1,0	3,2	20,1	*	5,5	87	17 februari - 1 maart	
gemiddelde	5,7	2,0	3,0	20,8	72	3,6	1,2	4,3	20,9	51	10,6	85		

* = ontbrekende waarde
a.h. = per aanwezige hen

Bijlage 4: Ammoniakemissie en klimaatgegevens per dag van het traditionele huisvestingssysteem voor scharrelhennen, 3^e proef.

Dag	NH ₃ - concentratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
1-6	9,07	3123	482	4,2	0,652	21,7	*	14,7	56
2	8,56	3483	508	4,7	0,686	23,3	55	16,9	51
3	9,06	3551	548	4,8	0,741	24,6	34	16,4	56
4	8,86	3660	553	4,9	0,747	25,0	38	17,2	64
5	8,55	3954	576	5,3	0,778	26,6	35	19,3	64
6	8,29	4232	598	5,7	0,808	27,7	36	21,3	58
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10						*			
11	7,11	4037	489	5,5	0,661	24,7	54	19,6	81
12	7,12	4299	522	5,8	0,705	24,7	54	19,0	84
13	7,91	4023	542	5,4	0,733	24,5	56	18,4	87
14	7,80	3678	489	5,0	0,660	23,0	58	16,4	93
15	7,93	3132	423	4,2	0,572	22,1	51	14,1	81
16	7,53	3184	408	4,3	0,552	22,2	45	14,2	72
17	7,31	3030	377	4,1	0,510	22,1	45	12,9	69
18	7,48	2893	369	3,9	0,498	21,9	45	12,0	72
19	7,32	3557	443	4,8	0,599	23,9	41	16,4	59
20	7,40	3426	432	4,6	0,584	22,7	50	14,1	81
21	7,16	3564	435	4,8	0,588	22,8	54	14,5	84
22	7,95	3220	436	4,4	0,589	22,2	52	13,3	84
23	9,12	2376	369	3,2	0,499	21,4	60	12,9	95
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27			*	*	*	*	*	*	*
28	9,72	3547	588	4,8	0,794	22,1	60	14,5	95
29	10,63	3087	559	4,2	0,756	22,8	60	15,4	93
30-6	9,76	3136	521	4,2	0,705	22,0	63	15,4	96
1-7	8,93	3366	512	4,5	0,692	22,2	58	15,1	89
2	8,39	3482	498	4,7	0,673	23,3	55	16,0	88
3	7,60	3648	472	4,9	0,638	23,8	51	16,2	79
4	8,28	3520	497	4,8	0,671	23,9	51	16,4	81
5	8,07	3297	453	4,5	0,612	22,6	58	15,4	94
6	7,81	3299	439	4,15	0,594	21,9	60	14,6	93
7	7,72	3903	514	5,3	0,694	24,1	58	18,0	86
8	7,66	3607	471	4,9	0,636	23,6	57	17,4	87
9									
10	7,31	3767	469	5,1	0,634	23,8	56	18,4	81
11	7,82	3941	525	5,3	0,710	25,5	51	20,3	71
12	7,99	3955	538	5,3	0,727	24,7	57	20,4	80
13	7,88	4020	540	5,4	0,730	25,0	59	20,2	84
14	7,71	4025	529	5,4	0,715	24,2	60	19,2	85
15	8,19	3571	499	4,8	0,674	23,3	60	17,5	88
16	7,61	3677	477	5,0	0,644	23,2	61	17,9	89
17	7,64	3579	466	4,8	0,629	23,1	60	17,7	88
18	7,74	3701	488	5,0	0,660	22,7	64	17,2	96
19	7,40	3849	486	5,2	0,656	23,3	59	18,6	82
20-7	8,18	3528	492	4,8	0,665	23,4	58	17,9	84

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 4

Dag	NH ₃ - concen- tratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
21-7	7,91	3739	504	5,1	0,681	23,4	64	18,8	89
22	7,44	4131	523	5,6	0,707	23,7	66	19,7	91
23	8,07	4008	551	5,4	0,745	24,2	57	19,1	81
24	8,24	3700	519	5,0	0,702	23,6	59	18,2	87
25	7,75	3539	467	4,8	0,631	22,4	63	17,0	93
26	7,13	4089	496	5,5	0,671	23,7	57	19,1	78
27	7,19	3827	469	5,2	0,634	22,7	63	18,0	89
28	7,53	3754	481	5,1	0,651	23,4	57	18,1	81
29	7,93	3912	529	5,3	0,715	24,7	55	19,0	77
30	8,12	3705	513	5,0	0,693	24,3	58	18,6	83
31-7	8,03	3177	435	4,3	0,587	22,6	60	16,5	87
1-8	7,93	3430	464	4,6	0,626	22,9	64	17,0	93
2	7,48	3995	509	5,4	0,688	23,9	64	19,4	88
3	8,45	3606	519	4,9	0,702	23,4	61	18,4	86
4	7,40	3939	497	5,3	0,671	23,7	59	19,3	79
5	8,48	3568	516	4,8	0,697	24,1	56	18,3	79
6	7,91	3965	534	5,4	0,722	25,4	55	20,9	74
7	7,94	4118	557	5,6	0,753	25,9	55	21,2	75
8	7,79	4101	545	5,5	0,736	26,2	54	21,6	74
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	6,90	4319	508	5,8	0,686	28,0	51	24,1	65
14	6,10	4447	462	6,0	0,625	24,9	62	20,5	86
15	5,87	4182	418	5,7	0,565	25,2	58	20,9	78
16	6,37	3840	417	5,2	0,564	24,8	59	19,5	84
17	6,52	4002	445	5,4	0,601	25,8	59	21,5	80
18	6,48	4046	447	5,5	0,603	26,1	55	22,1	71
19	6,40	3916	427	5,3	0,577	25,4	53	20,1	72
20	5,98	4088	417	5,5	0,563	25,5	59	21,1	80
21	6,30	4027	433	5,4	0,585	26,5	57	21,9	76
22	5,82	4334	430	5,9	0,581	24,6	69	20,6	91
23	5,56	4920	466	6,6	0,630	25,1	72	22,0	94
24	6,82	4763	553	6,4	0,748	27,5	64	24,1	82
25	7,21	4671	574	6,3	0,776	26,4	68	22,9	89
26	7,10	4017	486	5,4	0,657	24,0	70	19,8	96
27	7,22	3851	473	5,2	0,640	23,9	67	19,3	92
28	8,32	3268	463	4,4	0,626	22,9	68	17,4	99
29	6,89	2868	337	3,9	0,455	22,1	63	16,1	89
30	7,56	2899	374	3,9	0,505	22,0	65	16,1	94
31-8	5,54	3757	355	5,1	0,479	23,5	64	19,2	85

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 4

D a g	NH ₃ - concen- tratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
1-10	8,15	3198	444	4,3	0,600	22,1	76	16,3	100
2	8,73	2280	339	3,1	0,459	21,8	71	13,7	84
3	9,94	2047	347	2,8	0,469	21,0	72	11,9	89
4	8,99	2558	392	3,5	0,530	21,3	74	14,9	87
5	9,28	2431	384	3,3	0,519	21,4	76	14,1	97
6	9,10	2858	443	3,9	0,599	21,7	75	14,6	93
7	7,76	3108	411	4,2	0,555	22,1	78	15,7	96
8	8,53	2532	368	3,4	0,497	21,5	78	14,5	97
9	7,08	3488	421	4,7	0,569	22,2	80	17,6	93
10	8,28	2617	369	3,5	0,499	22,1	78	14,4	89
11	10,18	2143	372	2,9	0,502	21,2	78	11,6	97
12	10,64	1803	327	2,4	0,442	21,1	78	9,9	93
13	10,99	1608	301	2,2	0,407	20,8	78	8,3	98
14	10,58	1611	290	2,2	0,393	20,8	78	9,1	92
15	10,67	1630	296	2,2	0,400	20,8	79	8,1	99
16	11,47	1509	295	2,0	0,399	20,8	79	7,9	97
17	9,81	2190	366	3,0	0,495	21,1	81	11,9	98
18	9,06	2524	390	3,4	0,526	21,3	81	13,0	92
19	8,89	2583	391	3,5	0,529	21,6	82	13,4	94
20	10,20	1750	304	2,4	0,411	21,0	81	10,3	88
21	12,53	1149	245	1,6	0,332	20,6	80	4,1	89
22	14,34	1081	264	1,5	0,357	20,5	81	2,2	91
23	12,67	1514	327	2,0	0,442	20,8	81	7,8	92
24	11,70	1478	295	2,0	0,398	20,9	81	6,9	89
25	11,34	1663	321	2,2	0,434	20,9	82	7,8	95
26	11,05	1652	311	2,2	0,420	21,0	82	8,3	96
27	12,62	1032	222	1,4	0,300	20,6	82	2,6	87
28	15,05	885	227	1,2	0,307	20,3	83	0,6	87
29	16,87	918	264	1,2	0,357	20,2	83	0,5	90
30	16,42	1048	293	1,4	0,396	20,5	83	1,5	92
31-10	14,94	1147	292	1,5	0,395	20,6	83	4,1	87
1-11	14,52	992	245	1,3	0,332	20,5	84	1,9	99
2	15,81	1078	290	1,5	0,392	20,5	84	1,8	100
3	14,03	1274	305	1,7	0,412	20,6	84	5,7	95
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	23,53	975	391	1,3	0,528	20,5	85	1,1	83
20-11	23,30	1011	401	1,4	0,542	20,4	85	1,9	88

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 4

Dag	NH ₃ - concen- tratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
21-11	17,35	1556	460	2,1	0,622	21,0	85	7,8	93
22	15,25	1390	361	1,9	0,488	20,9	86	6,0	99
23	15,97	1357	369	1,8	0,499	20,8	86	5,7	98
24	17,43	1095	325	1,5	0,439	20,7	86	2,9	97
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	19,01	1166	378	1,6	0,510	20,6	86	4,4	95
28	17,44	1392	414	1,9	0,559	20,8	87	6,2	100
29	15,24	1696	440	2,3	0,595	21,1	87	9,6	96
30-11	15,12	1603	413	2,2	0,558	21,0	88	8,1	95
1-12	17,41	1122	333	1,5	0,450	20,7	88	2,7	96
2	21,42	1011	369	1,4	0,499	20,5	88	1,7	95
3	21,51	957	351	1,3	0,474	20,4	87	1,4	91
4	23,02	1022	401	1,4	0,542	21,3	88	1,0	93
5	24,85	1027	435	1,4	0,588	20,6	88	0,9	94
6	30,21	984	506	1,3	0,684	19,9	88	3,0	90
7	34,44	1215	713	1,6	0,964	20,6	88	3,0	95
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	17,70	1722	519	2,3	0,702	21,0	89	9,1	91
10	14,92	2002	509	2,7	0,688	21,2	90	11,3	93
11	13,66	2005	467	2,7	0,631	21,3	90	11,7	90
12	13,58	1641	380	2,2	0,513	21,1	90	8,2	93
13	15,89	1474	399	2,0	0,539	21,5	90	6,3	92
14	15,17	1372	355	1,9	0,479	20,8	90	5,6	92
15	17,00	1267	367	1,7	0,496	18,8	89	1,8	81
16	9,58	1601	261	2,2	0,353	13,5	87	*	*
17	8,75	860	128	1,2	0,173	14,9	88	*	*
18	10,48	1841	329	2,5	0,444	21,2	90	*	*
19	11,43	1842	359	2,5	0,485	21,0	91	6,2	94
20	14,30	1203	293	1,6	0,396	20,8	90	2,2	99
21	15,98	1185	323	1,6	0,436	20,6	90	2,9	100
22	17,99	1191	365	1,6	0,493	20,6	90	2,6	99
23	17,30	1165	343	1,6	0,464	20,6	90	3,5	100
24	15,02	1849	473	2,5	0,640	21,0	91	10,4	99
25	12,32	1806	379	2,4	0,512	21,2	90	10,8	86
26	11,91	1727	351	2,3	0,474	21,1	90	8,6	88
27	13,60	1507	349	2,0	0,472	20,8	90	6,3	99
28	14,05	1434	343	1,9	0,464	20,8	90	5,5	98
29	14,99	1379	352	1,9	0,476	20,8	90	5,4	98
30	15,19	1330	344	1,8	0,465	20,8	90	5,4	91
31-12	13,10	1689	377	2,3	0,509	21,0	90	8,8	94

* = ontbrekende waarde

Bijlage 5: Ammoniakemissie en klimaatgegevens per dag van het huisvestingssysteem voor scharrelhennen met buizenbeluchting onder de beun, 3^e proef.

Dag	NH ₃ - concentratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
1-6	2,83	4404	212	6,0	0,287	21,8	42	14,7	56
2	2,66	4733	214	6,4	0,290	23,1	41	16,9	51
3	2,90	4357	215	5,9	0,291	24,1	37	16,4	56
4	2,87	4573	224	6,2	0,303	24,5	42	17,2	64
5	2,91	4773	236	6,4	0,320	26,3	41	19,3	64
6	3,15	5013	269	6,8	0,363	27,5	41	21,3	58
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	3,31	5158	291	7,0	0,394	24,9	57	19,6	81
12	3,50	5280	315	7,1	0,425	24,7	58	19,0	84
13	3,71	5181	328	7,0	0,443	24,4	60	18,4	87
14	3,65	4968	309	6,7	0,418	23,0	61	16,4	93
15	3,48	4637	275	6,3	0,372	21,8	54	14,1	81
16	3,40	4512	261	6,1	0,353	22,2	48	14,2	72
17	3,11	4327	229	5,8	0,310	21,8	47	12,9	69
18	2,99	4230	216	5,7	0,291	21,6	47	12,0	72
19	3,07	4548	238	6,1	0,321	23,7	44	16,4	59
20	2,75	4886	229	6,6	0,310	22,4	54	14,1	81
21	2,67	5104	232	6,9	0,314	22,4	58	14,5	84
22	2,67	4776	218	6,5	0,294	21,7	56	13,3	84
23	2,70	4579	210	6,2	0,284	20,8	63	12,9	95
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28	3,76	4541	291	6,1	0,393	22,3	62	14,5	95
29	4,11	4464	313	6,0	0,422	22,6	63	15,4	93
30-6	3,94	5005	336	6,8	0,454	21,7	66	15,4	96
1-7	3,95	4614	311	6,2	0,420	22,1	62	15,1	89
2	4,26	4547	330	6,1	0,447	23,1	61	16,0	88
3	4,12	4695	329	6,3	0,445	23,4	61	16,2	79
4	4,36	4627	344	6,3	0,464	23,5	66	16,4	81
5	3,99	4700	320	6,4	0,432	22,5	72	15,4	94
6	3,74	4754	303	6,4	0,409	21,9	73	14,6	93
7	3,92	5198	347	7,0	0,469	23,8	76	18,0	86
8	3,80	4907	318	6,6	0,430	23,1	80	17,4	87
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	4,22	4699	338	6,3	0,457	24,1	*	18,4	81
11	4,36	4840	360	6,5	0,486	25,7	*	20,3	71
12	4,19	5124	366	6,9	0,495	25,0	*	20,4	80
13	4,34	5169	383	7,0	0,517	25,3	*	20,2	84
14	4,18	5175	368	7,0	0,498	24,2	76	19,2	85
15	4,13	4893	344	6,6	0,465	23,4	75	17,5	88
16	3,97	5083	344	6,9	0,465	23,4	*	17,9	89
17	3,83	5243	342	7,1	0,462	23,2	75	17,7	88
18	4,00	4954	338	6,7	0,457	23,0	64	17,2	96
19	4,16	5065	359	6,8	0,485	23,6	59	18,6	82
20	4,24	4949	358	6,7	0,484	23,5	58	17,9	84

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 5

Dag	NH ₃ - concentratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
21	4,24	5249	380	7,1	0,513	23,5	64	18,8	89
22	4,75	5233	424	7,1	0,573	24,0	65	19,7	91
23	4,98	4912	416	6,6	0,563	24,1	56	19,1	81
24	4,91	4634	388	6,3	0,524	23,5	58	18,2	87
25	4,30	4814	353	6,5	0,477	22,4	63	17,0	93
26	4,42	4878	367	6,6	0,497	23,8	56	19,1	78
27	3,98	5223	355	7,1	0,479	22,8	62	18,0	89
28	4,30	4643	340	6,3	0,460	23,4	56	18,1	81
29	4,44	4660	352	6,3	0,476	24,5	53	19,0	77
30	4,26	4640	337	6,3	0,455	24,2	56	18,6	83
31-7	3,75	4727	302	6,4	0,408	22,3	59	16,5	87
1-8	3,78	4730	304	6,4	0,411	22,5	63	17,0	93
2	3,84	5108	335	6,9	0,452	23,9	63	19,4	88
3	4,13	4666	329	6,3	0,444	23,1	61	18,4	86
4	4,03	5008	344	6,8	0,464	23,8	58	19,3	79
5	4,28	4532	330	6,1	0,447	23,7	54	18,3	79
6	4,15	4899	347	6,6	0,468	25,3	53	20,9	74
7	4,12	5006	352	6,8	0,475	25,9	54	21,2	75
8	4,02	4969	340	6,7	0,460	26,2	66	21,6	74
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	4,00	5114	349	6,9	0,471	28,1	60	24,1	65
14	3,69	5238	329	7,1	0,445	25,3	59	20,5	86
15	3,42	5222	304	7,1	0,411	25,3	55	20,9	78
16	3,41	4821	280	6,5	0,379	24,7	56	19,5	84
17	3,57	4985	303	6,7	0,410	25,8	56	21,5	80
18	3,61	5082	313	6,9	0,423	26,1	52	22,1	71
19	3,45	4818	284	6,5	0,383	25,2	50	20,1	72
20	3,26	5026	280	6,8	0,378	25,6	56	21,1	80
21	3,48	5025	298	6,8	0,403	26,6	54	21,9	76
22	3,33	5253	298	7,1	0,402	25,1	66	20,6	91
23	3,75	5271	337	7,1	0,456	25,8	69	22,0	94
24	4,56	5240	407	7,1	0,550	27,9	62	24,1	82
25	4,95	5235	441	7,1	0,596	26,9	65	22,9	89
26	4,43	5255	397	7,1	0,536	24,3	68	19,8	96
27	4,51	4896	376	6,6	0,508	23,9	65	19,3	92
28	4,00	5174	352	7,0	0,476	22,5	67	17,4	99
29	3,87	4616	304	6,2	0,411	21,4	61	16,1	89
30	3,94	4388	295	5,9	0,399	21,5	64	16,1	94
31-8	3,15	5162	277	7,0	0,374	23,3	65	19,2	85

* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 5

Dag	NH ₃ - concen- tratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
1-10	2,45	4746	198	6,4	0,268	21,4	*	16,3	100
2	2,72	3754	174	5,1	0,235	20,4	*	13,7	84
3	2,96	3446	174	4,7	0,235	20,3	*	11,9	89
4	2,61	4216	187	5,7	0,253	20,7	*	14,9	87
5	2,64	3981	179	5,4	0,242	20,6	*	14,1	97
6	2,93	4010	200	5,4	0,270	21,4	*	14,6	93
7	3,03	4268	221	5,8	0,298	21,7	*	15,7	96
8	3,43	4194	245	5,7	0,331	20,8	*	14,5	97
9	2,98	5163	262	7,0	0,354	22,1	*	17,6	93
10	3,15	4443	238	6,0	0,322	20,8	*	14,4	89
11	3,85	3515	231	4,7	0,312	20,3	*	11,6	97
12	3,96	3139	212	4,2	0,286	20,1	*	9,9	93
13	3,95	2883	194	3,9	0,262	20,0	*	8,3	98
14	3,73	2996	190	4,0	0,257	20,1	*	9,1	92
15	3,68	2911	183	3,9	0,247	20,0	*	8,1	99
16	3,74	2815	179	3,8	0,242	20,0	*	7,9	97
17	3,21	3718	203	5,0	0,275	20,5	*	11,9	98
18	3,14	3679	197	5,0	0,266	20,9	*	13,0	92
19	3,28	3507	196	4,7	0,265	21,0	*	13,4	94
20	3,53	2770	167	3,7	0,225	20,2	*	10,3	88
21	4,01	2101	143	2,8	0,194	19,7	*	4,1	89
22	4,42	1783	134	2,4	0,181	19,8	*	2,2	91
23	4,30	2182	160	2,9	0,216	20,2	*	7,8	92
24	4,01	2133	146	2,9	0,197	20,2	*	6,9	89
25	4,00	2262	154	3,1	0,208	20,2	*	7,8	95
26	3,71	2315	146	3,1	0,198	20,3	*	8,3	96
27	3,91	1807	120	2,4	0,163	20,0	*	2,6	87
28	4,33	1518	112	2,1	0,151	19,9	*	0,6	87
29	4,41	1563	117	2,1	0,159	19,9	*	0,5	90
30	4,18	1765	126	2,4	0,170	20,0	*	1,5	92
31-10	3,96	1859	126	2,5	0,170	20,1	*	4,1	87
1-11	3,72	1782	113	2,4	0,152	20,0	*	1,9	99
2	4,11	1804	126	2,4	0,171	20,0	*	1,8	100
3	4,82	1984	163	2,7	0,220	20,1	*	5,7	95
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	3,59	1773	109	2,4	0,147	19,8	*	1,1	83
20-11	4,04	1817	125	2,5	0,169	20,0	*	1,9	88

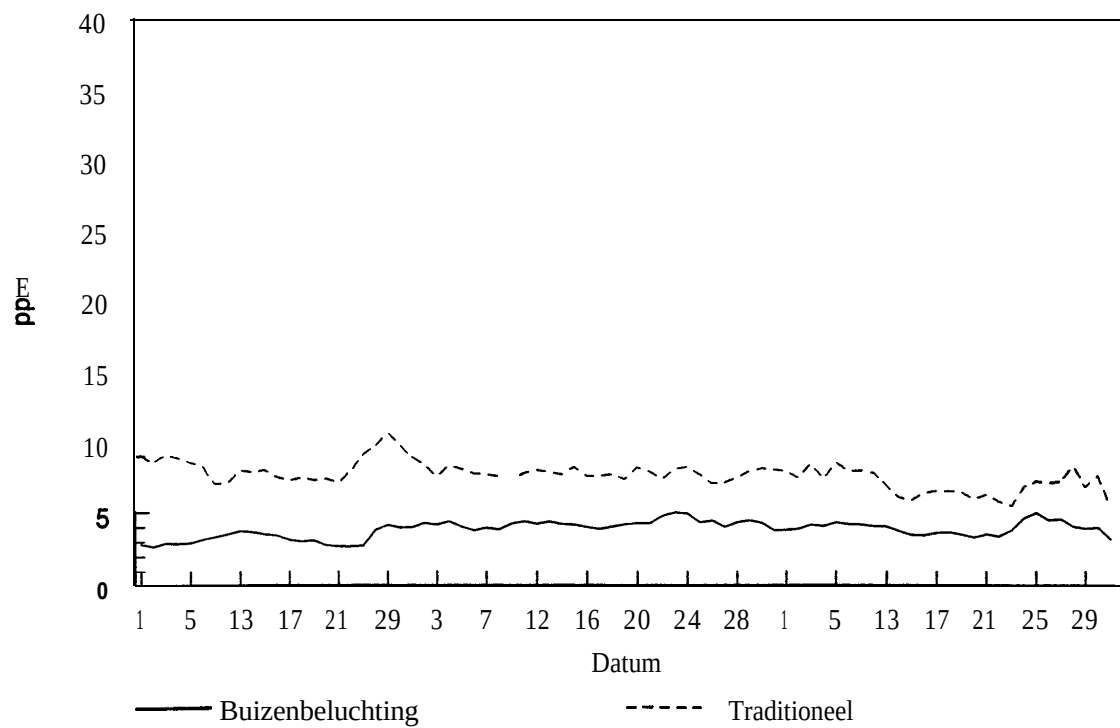
* = ontbrekende waarde

Vervolg van bijlage 5

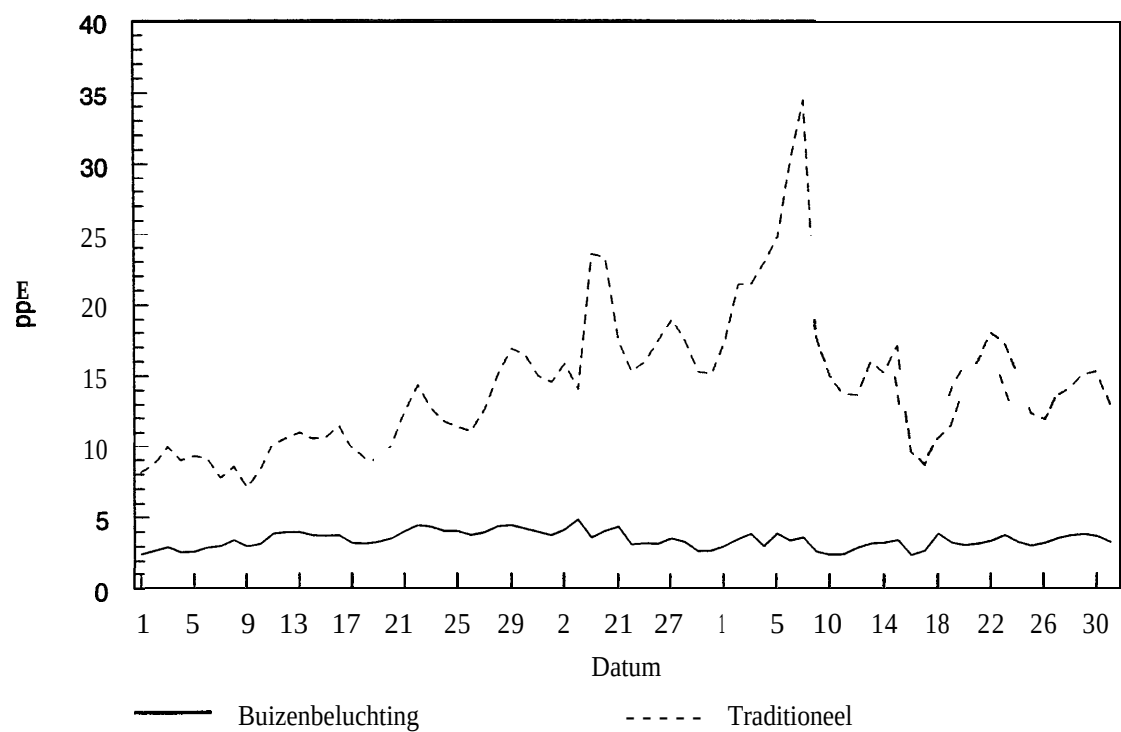
Dag	NH ₃ - concen- tratie (ppm)	Debiet (m ³ /uur)	NH ₃ - emissie (g/dag)	Debiet (m ³ /dier- plaats/ uur)	NH ₃ - emissie (g/dier- plaats/ dag)	Stal- temp (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp (°C)	Buiten RV (%)
21-11	4,33	2383	176	3,2	0,238	20,3	*	7,8	93
22	3,13	2127	113	2,9	0,153	20,2	*	6,0	99
23	3,21	2068	113	2,8	0,153	20,2	*	5,7	98
24	3,17	1903	103	2,6	0,139	20,1	*	2,9	97
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	3,56	1931	117	2,6	0,158	20,1	53	4,4	95
28	3,32	2180	123	2,9	0,167	20,2	55	6,2	100
29	2,69	2528	116	3,4	0,156	20,4	59	9,6	96
30-11	2,71	2281	105	3,1	0,143	20,2	57	8,1	95
1-12	3,02	1867	96	2,5	0,130	20,0	52	2,7	96
2	3,48	1760	104	2,4	0,141	20,0	52	1,7	95
3	3,87	1733	114	2,3	0,154	20,0	50	1,4	91
4	3,01	1789	92	2,4	0,124	20,0	51	1,0	93
5	3,88	1737	115	2,3	0,155	20,0	51	0,9	94
6	3,39	1831	106	2,5	0,143	20,1	51	3,0	90
7	3,61	1944	120	2,6	0,162	19,9	52	3,0	95
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	2,64	2534	114	3,4	0,154	20,4	56	9,1	91
10	2,42	2889	119	3,9	0,161	20,5	60	11,3	93
11	2,47	2882	121	3,9	0,164	20,5	60	11,7	90
12	2,90	2337	115	3,2	0,156	20,2	57	8,2	93
13	3,19	2175	118	2,9	0,160	20,0	54	6,3	92
14	3,24	2084	115	2,8	0,156	20,1	54	5,6	92
15	3,43	1530	89	2,1	0,121	19,6	50	1,8	81
16	2,39	1193	49	1,6	0,066	16,1	47	*	*
17	2,68	2054	94	2,8	0,127	18,0	51	*	*
18	3,86	2799	184	3,8	0,249	21,0	50	*	*
19	3,25	2285	127	3,1	0,171	20,2	51	6,2	94
20	3,07	1975	103	2,7	0,140	20,1	50	2,2	99
21	3,17	1936	104	2,6	0,141	20,1	52	2,9	100
22	3,38	1957	113	2,6	0,152	20,1	52	2,6	99
23	3,77	1975	127	2,7	0,171	20,1	53	3,5	100
24	3,29	2864	160	3,9	0,217	20,5	60	10,4	99
25	3,02	2657	137	3,6	0,185	20,4	58	10,8	86
26	3,21	2346	128	3,2	0,174	20,3	57	8,6	88
27	3,53	2161	130	2,9	0,176	20,2	60	6,3	99
28	3,71	2132	135	2,9	0,182	20,1	61	5,5	98
29	3,81	2120	138	2,9	0,186	20,1	63	5,4	98
30	3,66	2182	136	2,9	0,184	20,2	63	5,4	91
31-12	3,26	2486	138	3,4	0,187	20,3	71	8,8	94

* = ontbrekende waarde

N H3-concentratie in uitgaande lucht
juni, juli en augustus 1997

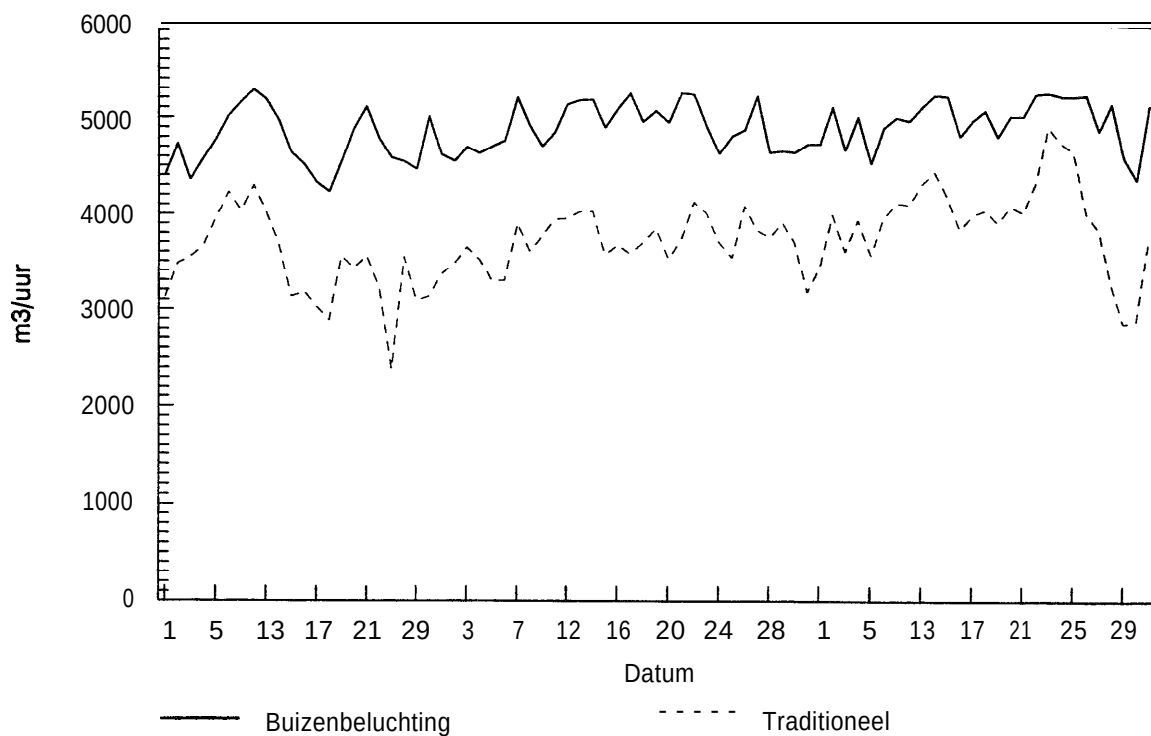


NH3-concentratie in uitgaande lucht
oktober, november en december 1997



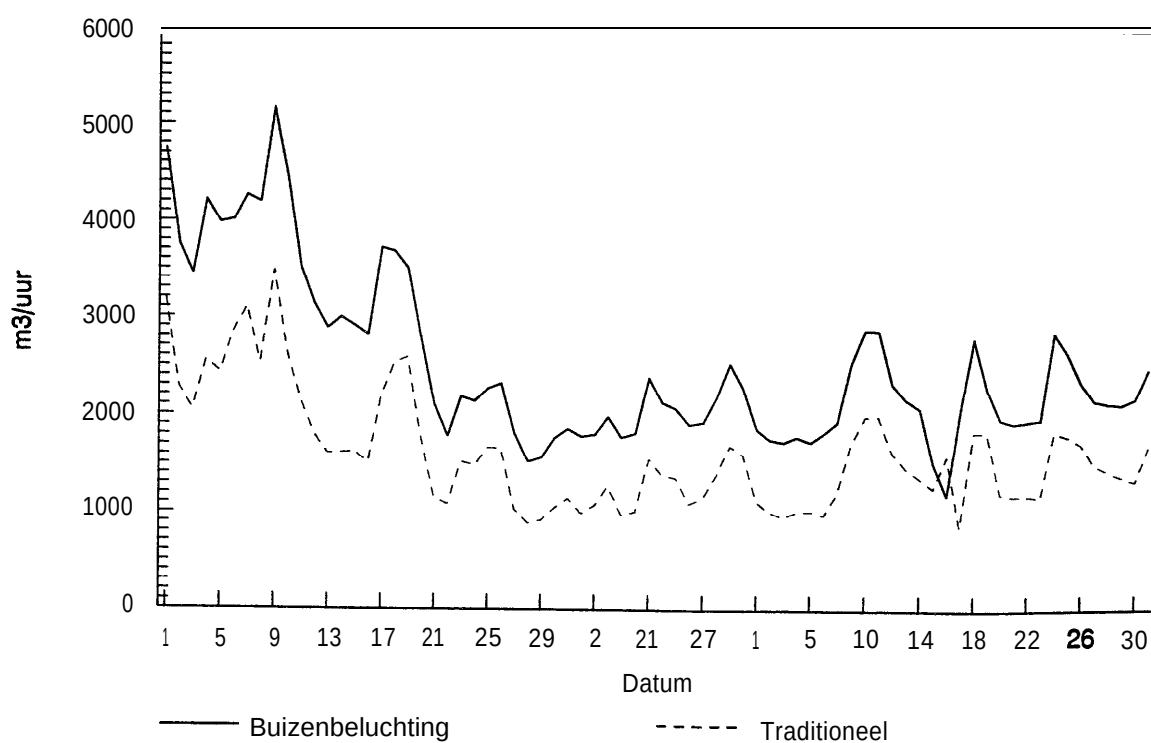
Ventilatie debiet

juni, juli en augustus 1997



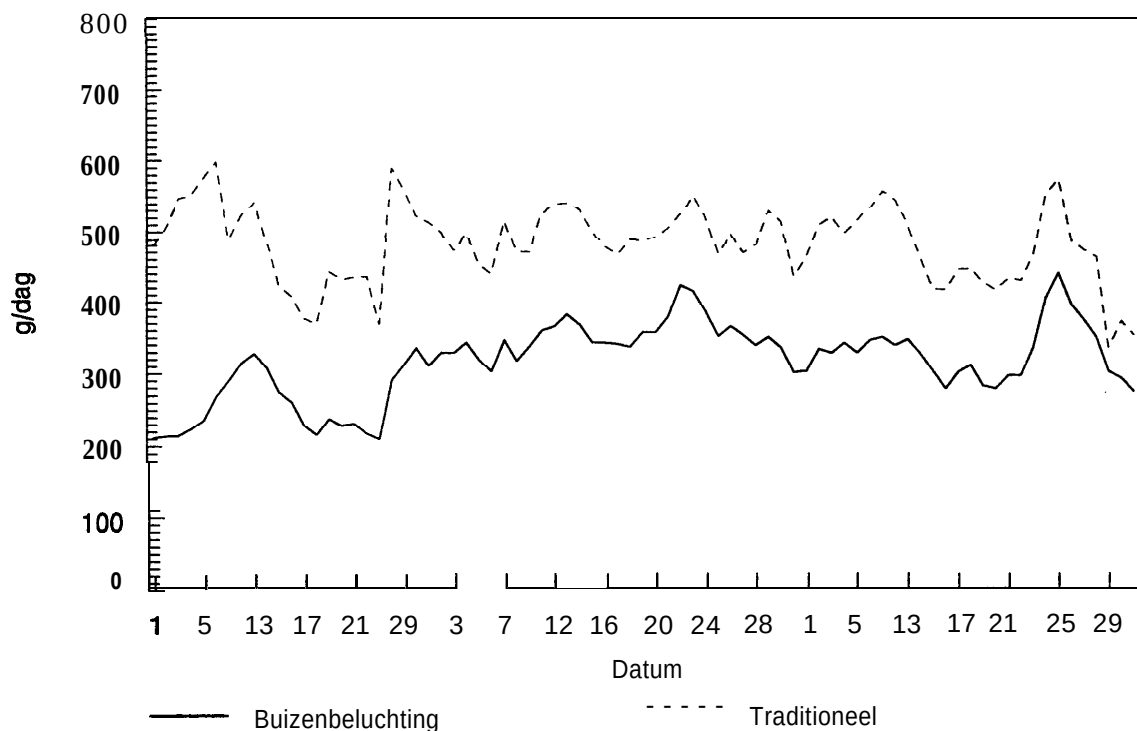
Ventilatie debiet

oktober, november en december 1997



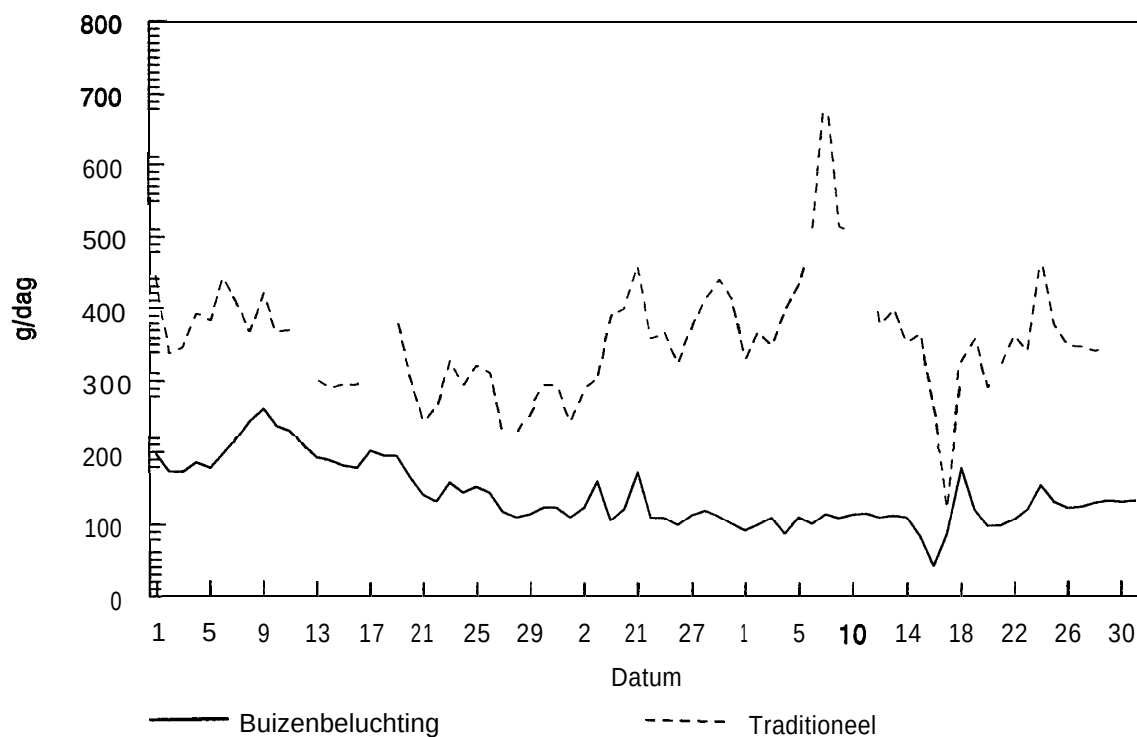
Ammoniakemissie

juni, juli en augustus 1997

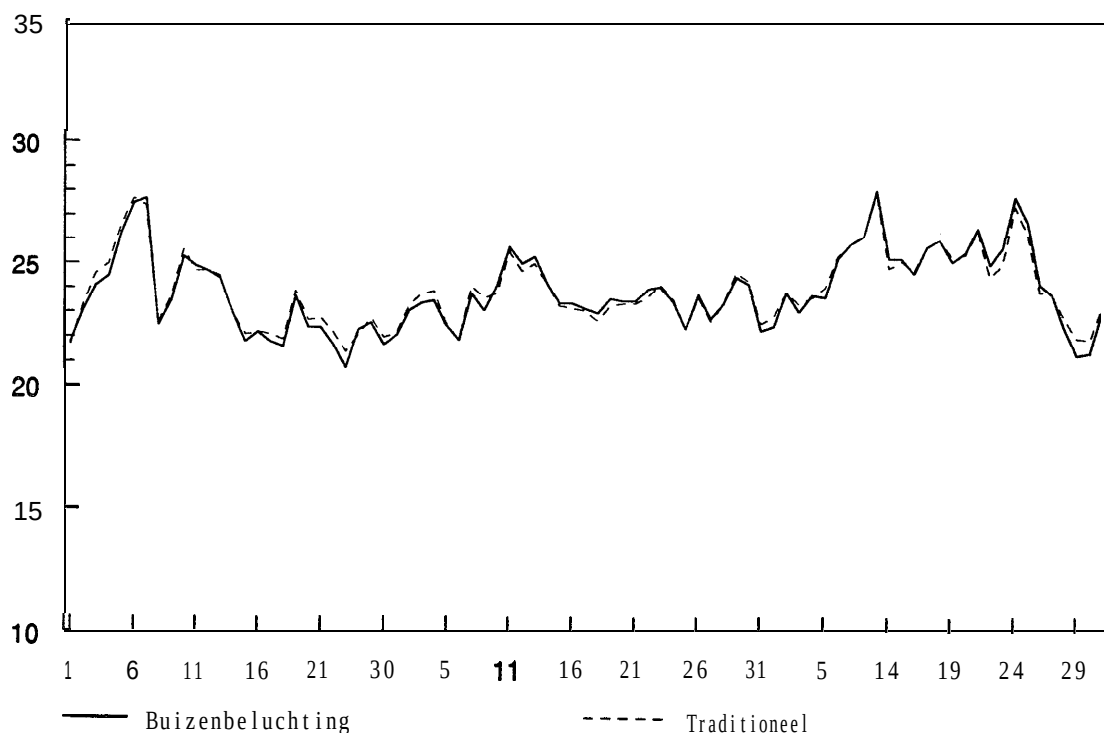


Ammoniakemissie

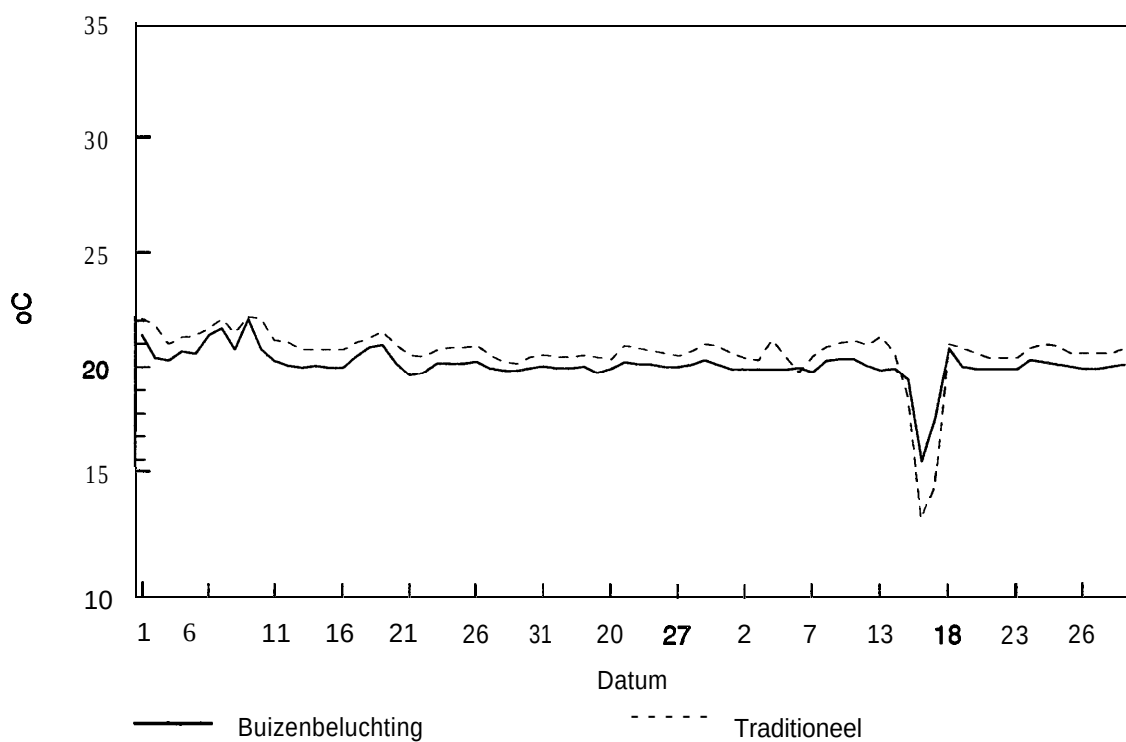
oktober, november en december 1997



Staltemperatuur juni, juli en augustus 1997

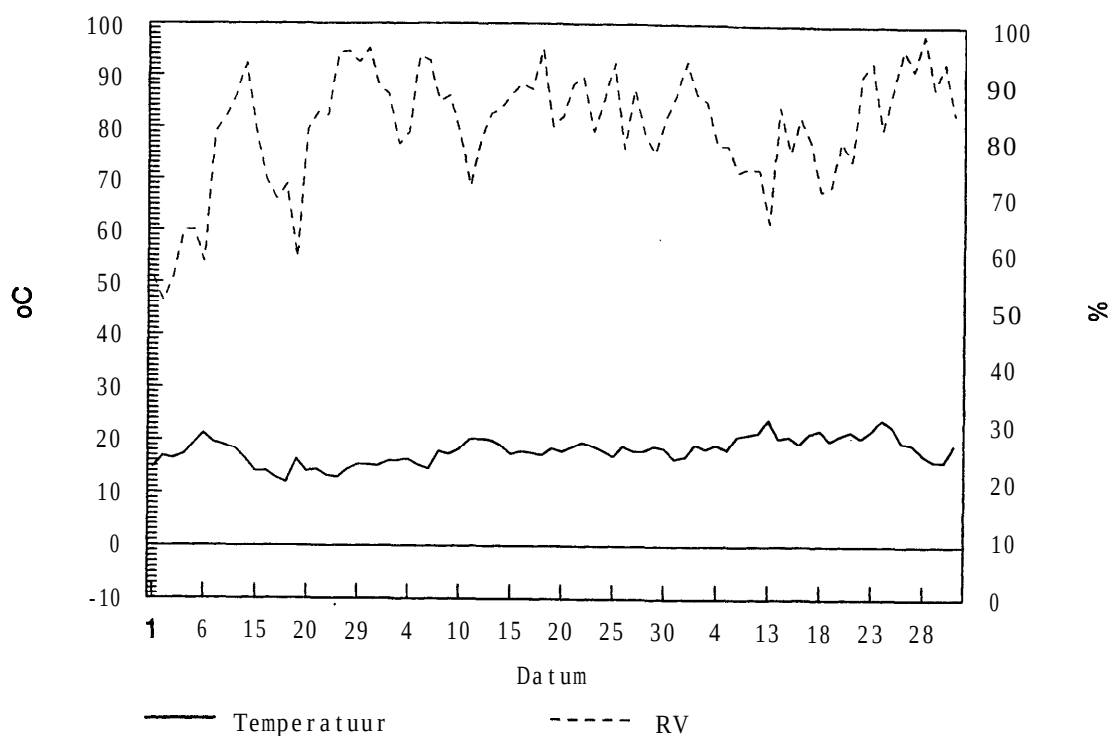


Staltemperatuur oktober, november en december 1997



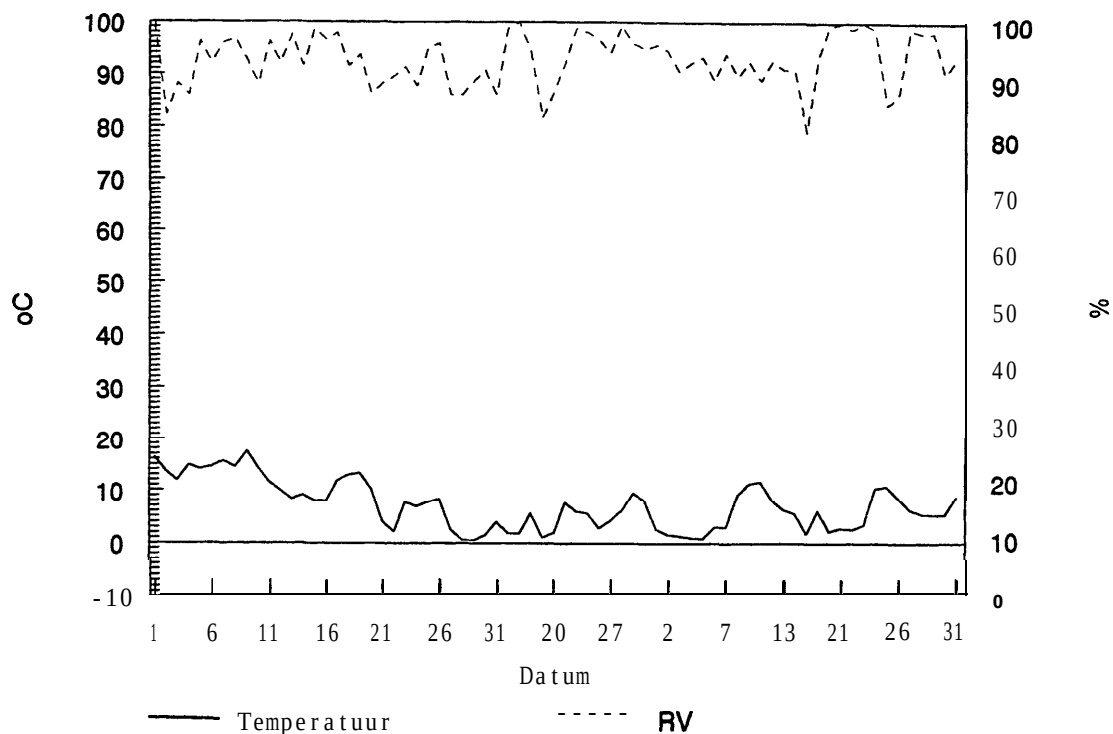
Buiten temperatuur en RV

juni, juli en augustus 1997



Buiten temperatuur en RV

oktober, november en december 1997



Bijlage 7: English headings of the figure and English tables.

Figure 2.1: Lay-out of the henhouse with deep litter system

Table 2.1: Calculated contents and feeding value of the mash feed for laying hens, 3rd experiment.

Component	Calculated contents (%)
<i>ME (MJ/kg)</i>	<i>11.47</i>
<i>Digest. Lysine</i>	<i>0.59</i>
<i>Digest. Methionine + cystine</i>	<i>0.53</i>
<i>Calcium</i>	<i>3.80</i>
<i>Phosphorus</i>	<i>0.61</i>
<i>Digest. phosphorus</i>	<i>0.29</i>
<i>Potassium</i>	<i>0.79</i>
<i>Crude protein *</i>	<i>15.5</i>
<i>Crude fat*</i>	<i>6.4</i>
<i>Crude fibre *</i>	<i>5.5</i>
<i>Ashes*</i>	<i>14.0</i>

* = guaranteed contents

Table 2.2: The amount of forced air per tube, 2nd experiment.

	Tube number	Per tube (m³/hen/hour)
<i>Side of the nests</i>	<i>1</i>	<i>0.08</i>
	<i>2</i>	<i>0.09</i>
	<i>3</i>	<i>0.19</i>
<i>Side of the litter</i>	<i>4</i>	<i>0.19</i>
		<i>0.55</i>
<i>Total</i>		

Table 2.3: Equipment used for the dust measurements.

	Inhalable dust	Respirable dust
<i>Pump (make/type)</i>	GilAir-5	
<i>Measurement head</i>		
- <i>make/type</i>	Pas-6	Pas-6 cyclon
- <i>amount of air (l/min)</i>	2.0	1.9
- <i>particle size of the dust (µm)</i>	0.8 - 50	0.8 - 5
<i>Filters</i>		
- <i>make/type</i>	Whatman MF membrane filters	
- <i>material</i>	cellulose	
- <i>cross-section (mm)</i>	25	
- <i>dust pass (µm)</i>	< 0.8	

Table 3.1: Technical results of laying hens in two types of deep litter systems, 1st experiment.

Results Isabrown* 20 - 40 weeks of age	Traditional	Manure drying with tubes
<i>Number of hens at start</i>	680	680
<i>Percentage of lay</i>	90.8	91.1
<i>Egg weight (g)</i>	56.6	56.7
<i>Egg mass (g/h/d)</i>	51.4	51.7
<i>Feed intake (g/h/d)</i>	112.9	114.1
<i>Kg feed/kg egg</i>	2.20	2.21
<i>Number of eggs per hen housed</i>	126.4	126.8
<i>Kg egg per hen housed</i>	7.15	7.20
<i>Mortality (%)</i>	1.9	1.3
<i>Floor eggs (%)</i>	2.0	2.3
<i>Water intake (ml/h/d)</i>	252.4	249.9
<i>Water/feed ratio</i>	2.24	2.19
<i>Second grade eggs (%)</i>	2.4	2.4
<i>Cracked eggs (%)</i>	0.4	0.4
<i>Dirty eggs (%)</i>	0.5	0.6
<i>Bird weight (kg at 40 weeks of age)</i>	1.74	1.80

* = the results are not been corrected for the healths problems with one of the subdepartments with manure drying

Table 3.2: Dust concentration of the air in two types of deep litter systems, 1st experiment.

Age of the hens (weeks)	Total dust (mg/m ³)	
	Traditional	Manure drying with tubes
26	5.6	4.3
33	12.2	8.1
38	6.2	2.9
<i>Average</i>	8.0	5.1

* = measurement for 8 hours (between 8.30 hour and 17.00 hour)

Table 3.3: Dry matter content of the manure and ammonia emission of two types of deep litter systems, 1st experiment.

Age of the hens (weeks)	D.m.-content (%) of the manure		Relative NH ₃ -emission	
	Traditional	Manure drying with tubes	Traditional	Manure drying with tubes
24	34	61	100	66
33	46	54	100	60
40	43	71	100	60

Table 3.4: Technical results of laying hens in two types of deep litter systems, 2nd experiment.

Results Isabrown 20 - 41 weeks of age	Traditional	Manure drying with tubes
<i>Number of hens at start</i>	680	680
<i>Percentage of lay</i>	90.7	90.3
<i>Egg weight (g)</i>	56.3	55.7
<i>Egg mass (g/h/d)</i>	51.0	50.3
<i>Feed intake (g/h/d)</i>	116.3	115.8
<i>Kg feed/kg egg</i>	2.28	2.30
<i>Number of eggs per hen housed</i>	133.9	132.6
<i>Kg egg per hen housed</i>	7.53	7.39
<i>Mortality (%)</i>	0.6	1.6
<i>Floor eggs (%)</i>	3.5	3.3
<i>Water intake (ml/h/d)</i>	257.5	259.6
<i>Water/feed ratio</i>	2.21	2.24
<i>Second grade eggs (%)</i>	2.6	2.5
<i>Cracked eggs (%)</i>	0.3	0.3
<i>Dirty eggs (%)</i>	0.8	0.8
<i>Bird weight (kg at 41 weeks of age)</i>	1.75	1.71

Table 3.5: Dust concentration of the air in two types of deep litter systems, 2nd experiment.

Age of the hens (weeks)	Inhalable dust (mg/m³) *		Respirable dust (mg/m³) **	
	Traditional	Manure drying with tubes	Traditional	Manure drying with tubes
21	4.2	3.5	1.7	1.4
34	3.5	2.6	1.0	0.8
39	2.4	1.8	0.9	0.5
<i>Average</i>	3.4	2.1	1.2	0.9

* = measured over 24 hours

** = measured over 48 hours

Table 3.6: Dry matter content of the manure and ammonia emission of two types of deep litter systems, 2nd experiment.

Age of the hens (weeks)	D.m.-content (%) of the manure		NH ₃ -emission*	
	Traditional	Manure drying with tubes	Traditional	Manure drying with tubes
24	-		100 %	58 %
36-41	-		87.1 mg/hen/hour	849 mg/hen/hour
41	46	71		

* = On the age of 24 weeks the relative NH₃-emission is given (traditional = 100).

Table 3.7: Technical results of laying hens in two types of deep litter systems, 3rd experiment.

Results Isabrown 18 - 74 weeks of age	Traditional	Manure drying with tubes
<i>Number of hens at start</i>	740	740
<i>Percentage of lay</i>	83.3	82.1
<i>Egg weight (g)</i>	61.5	62.2
<i>Egg mass (g/h/d)</i>	51.3	51.1
<i>Feed intake (g/h/d)</i>	121.3	122.1
<i>Kg feed/kg egg</i>	2.37	2.40
<i>Number of eggs per hen housed</i>	298.6	300.0
<i>Kg egg per hen housed</i>	18.35	18.64
<i>Mortality (%)</i>	16.1	15.1
<i>Floor eggs (%)</i>	0.7	1.2
<i>Water intake (ml/h/d)</i>	225.2	218.6
<i>Water/feed ratio</i>	1.86	1.79
<i>Second grade eggs (%)</i>	11.9	14.6
<i>Cracked eggs %)</i>	0.8	1.3
<i>Dirty eggs (%)</i>	8.6	10.5
<i>Bird weight (kg at 74 weeks of age)</i>	1.86	1.93

Table 3.8: Height of litter in centimetres at the end of the laying period, 3rd experiment.

	Traditional	Manure drying with tubes
<i>No beak trimming</i>	6	6
<i>Beak trimming at 6 weeks</i>	14	13
<i>Beak trimming, V-shape knife at 7 days</i>	7	11
<i>Beak tip burned at 7 days</i>	15	12
<i>Average</i>	10.5	10.5

Table 3.9: Dust concentration of the air of two types of deep litter systems, 3rd experiment.

Age of the hens (weeks)	Inhalable dust (mg/m³) *		Respirable dust (mg/m³) *	
	Traditional	Manure drying with tubes	Traditional	manure drying with tubes
20	5.6	4.3	2.0	1.3
27	6.8	2.9	2.7	0.8
39	2.4	1.3	0.8	0.4
49	6.4	3.0	2.1	1.1
58	**	6.9	2.2	2.6
69 1/2	6.1	3.4	2.1	1.0
<i>Average</i>	5.7	3.6	2.0	1.2

* = measured over 48 hours, at the same time with both housing systems

* * = missing value

Table 3.10: Dust concentration of the air in two types of deep litter systems and the comparison of two measuring places, into the corridor behind the laying nests and above the litter, 3rd experiment.

Age of the hens (weeks)	Inhalable dust (mg/m ³) *				Respirable dust (mg/m ³) *			
	Traditional		Manure drying with tubes		Traditional		Manure drying with tubes	
	Corridor	Litter	Corridor	Litter	Corridor	Litter	Corridor	Litter
58	10.2	18.4			2.3	3.5		
69			4.8	16.4			2.2	2.5
69 1/2	6.1		3.4		2.1		1.0	
70		10.1		11.6		6.9		5.6
<i>Average</i>	8.2	14.2	4.1	14.0	2.2	5.2	1.6	4.0

*“ = measured over 48 hours

Table 3.11: The ammonia emission and climate data of the traditional deep **litter** system for laying hens, 3rd experiment.

Period	Green NH ₃ - L a b e l period*	concentration (ppm)	Venti- lation rate (m ³ /hen housed /hour)	NH ₃ - emis- sion (g/hen housed /day)	NH ₃ - emis- sion (g/hen housed /year)	Room- tempe- rature (°C)	Room RH (%)	Out- side- tempe- rature (°C)	Out- side RH (%)
25 February - no 11 April		18.3	1.9	0.626	221	19.9	58	7.8	77
12 April - no 31 May		17.0	3.4	0.911	322	21.5	56	10.8	74
1 June- 31 August	yes	7.7	5.0	0.653	230	23.9	57	18.1	82
1 - 30 Septem- ber	no	7.7	3.9	0.503	178	22.1	65	14.6	85
1 October - 31 December	yes	14.3	2.2	0.485	171	20.7	84	7.0	93
1 - 9 January	no	12.7	2.1	0.460	163	20.9	90	7.6	89
Calculated over both Green Label periods		10.9	3.7	0.572	202	22.4	70	12.7	87
Calculated over all peri- ods		12.7	3.3	0.625	221	21.8	67	11.7	83

* = Green Label period: according to the official measuring protocol in the Netherlands the ammonia emission from henhouses has to be determined in two periods, one in the summer and one in the winter. These periods are referred to with the name Green Label period.

Table 3.12: The ammonia emission and climate data of the deep litter system for laying hens with **manure** drying (PVC-tubes) beneath the slatted floor, 3rd experiment.

Period	Green Label period*	NH ₃ - concentration (ppm)	Ventilation rate (m ³ /hen housed /hour)	NH ₃ - emission (g/hen housed /day)	NH ₃ - emission (g/hen housed /year)	Room-temperature (°C)	Room RH (%)	Out-side-temperature (°C)	Out-side RH (%)	Temperature Manure drying (°C)
2.5 February - no		7.7	2.4	0.319	113	20.4	50	7.8	77	17.3
11 April										
12 April - no		3.6	4.9	0.324	115	21.5	50	10.8	74	20.0
31 May										
1 June- 31 August	yes	3.8	6.6	0.429	152	23.9	59	18.1	82	22.3
1 - 30 September	no	3.0	5.6	0.283	100	21.5	71	14.6	85	20.9
1 October - 31 December	yes	3.4	3.4	0.195	69	20.2	55	7.0	93	20.4
1 - 9 January	no	3.4	3.1	0.182	64	20.2	76	7.6	89	20.5
Calculated over both Green Label periods		3.6	5.1	0.316	111	22.1	58	12.7	87	21.4
Calculated over all periods		4.2	4.6	0.310	109	21.6	56	11.7	83	20.4

* = Green Label period: according to the official measuring protocol in the Netherlands the ammonia emission from henhouses has to be determined in two periods, one in the summer and one in the winter. These periods are referred to with the name Green Label period.

Table: 3.13 The ammonia emission of the traditional deep litter system and the deep litter system with manure drying (PVC-tubes) beneath the slatted floor and the reduction calculated per hen housed and corrected for mortality, 3rd experiment.

Period	Green Label period **	Ammonia emission Traditional		Ammonia emission Manure drying with tubes		Reduction (%)	
		g/hen housed /year	g/hen /year*	g/hen housed /year	g/hen /year*	Based on hen housed	Corrected for mortality
25 February - 11 April	no	221	221	113	113	49	49
12 April - 31 May	no	322	343	115	116	64	66
1 June - 31 August	yes	230	260	152	163	34	37
1 - 30 September	no	178	206	100	110	44	46
1 October - 31 December	yes	171	201	69	77	60	62
1 - 9 January	no	163	191	64	72	60	62
Calculated over both Green Label periods		202	232	111	122	45	47
Calculated over all periods		221	246	109	117	50	52

* = corrected for mortality

** = Green Label period: according to the official measuring protocol in the Netherlands the ammonia emission from henhouses has to be determined in two periods, one in the summer and one in the winter. These periods are referred to with the name Green Label period.

Table 4.1: The extra investment including their cost and the running cost of manure drying beneath the slatted floor with PVC-tubes.

Description extra investment and running cost	Amount per hen per year
Extra investment and investment cost	
– Heat exchanger and polyethylene tubes in the ridge, completely installed, Dlf 50.000.- (Dlf 3.33/hen housed), depreciation 7%, maintenance 3%, interest 6%, restvalue 0	Dlf 0.43
– Centra1 heating system, completely installed, Dlf 30.000.- (Dlf 2.-/hen housed), depreciation 7%, maintenance 3%, interest 6%, restvalue 0	Dlf 0.26
– PVC-tubes (diameter 20 cm) beneath the slatted floor including connection on polyethylene tubes and hanging devices Dlf 2 1 .000.- (Dlf 1.40/hen housed), depreciation 5%, maintenance 1%, interest 6%, restvalue 0	<u>Dlf 0.13</u>
Total annual cost of the investments	Dlf 0.82
Running cost	
<i>Extra running cost</i>	
– Electricity manure drying: 6.7 kWh per hen (Dlf 0.24/kWh)	Dlf 1.61
– Heating: 0.40 m ³ natura1 gas/hen (Dlf 0.66/m ³)	Dlf 0.26
<i>Saving on running cost</i>	
– Electricity henhouse fans, 15% less 0.8 kWh per hen x 0.15 x Dlf 0.24/kWh	<u>Dlf 0.03</u> -/-
<i>Total extra running cost</i>	Dlf 1.87
Total cost	
Total extra cost for investment and running	Dlf 2.66

The assumptions for the econonnic evaluation:

- Two henhouses with 7500 hens each and mechanic ventilation.
Amount of forced air is 1.2 m³ /hen/hour for manure drying and a minimum temperature of 20 °C.
A heat exchanger for both henhouses and in the ridge of both henhouses one or more polyethylene tubes. The temperature in the room is 2 1 °C and in the ridge 24 °C. The efficiency of the heat exchanger and polyethylene tubes is 80%. The capacity of the fan of the heat exchanger that blows air from the outside into the PVC-tubes of the manure drying system is 10 kW. The capacity of the fans that blows air out of the henhouse through the heat exchanger are total 1.5 kW.
- A great part of the year the forced air will be heated with a centra1 heating system (high efficiency boiler, efficiency is 85%).
The energy cost are including “ecotax” (energy saving tax).
There is no difference in technical results