



Rapportage Opdrachtgever

Effect strooiselbeluchting op stofconcentratie en ammoniakemissie bij vleeskuikenouderdieren

Juli 2002



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

Rapportage Opdrachtgever 36.35.44.00.03

Effect strooiselbeluchting op stofconcentratie en ammoniakemissie bij vleeskuikenouderdieren

H.H. Ellen

Juli 2002

Voorwoord

Om te komen tot een duurzame veehouderij is het belangrijk te streven naar een zo laag mogelijke ammoniakemissie uit stallen. Bij vleeskuikenouderdieren in een grondhuisvestingssysteem komt de geproduceerde mest voor een deel terecht in een kelder onder de roosters en voor een deel in de strooiselruimte. Meestal blijft de mest de hele productieperiode in de stal liggen, zodat zowel bij het strooisel als bij de roostermest een behoorlijke ammoniakemissie optreedt. Met onderzoek is reeds aangetoond dat met het beluchten van de mest onder het roosters de ammoniakemissie uit grondhuisvestingssystemen verminderd kan worden.

In samenwerking het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG, onderdeel Wageningen-UR) heeft het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) onderzocht of de ammoniakemissie in grondhuisvestingssystemen nog verder kan worden verlaagd door ook het strooisel te beluchten. Het IMAG heeft een eenvoudig systeem van strooiselbeluchting ontwikkeld, waardoor verse mest die in het strooisel terechtkomt snel wordt gedroogd. De proef die reeds eerder naar deze wijze van strooiselbeluchten is uitgevoerd, leverde als belangrijkste resultaat op dat door strooiselbeluchten de ammoniakemissie wel lager werd, maar dat de stofconcentratie in de stal toenam. Vervolgonderzoek was gericht op het inzetten van technieken om de stofconcentratie te verminderen. In deze publicatie worden de resultaten van dit onderzoek besproken. Graag wil ik allen danken, die aan dit onderzoek hebben meegewerkt. De goede samenwerking met het IMAG hebben we bijzonder op prijs gesteld. Ook willen we de firma IPB/AgroSupply, met name de heren D. Bakker en P. Emmen, bedanken voor hun medewerking en het beschikbaar stellen van de filterunit.

Dr.ir. J.W.G.M. Swinkels
Hoofd Varkens, Pluimvee, Nertsen en Konijnen

Samenvatting

Voor een duurzame veehouderij is het verlagen van de ammoniakemissie uit stallen één van de belangrijkste punten. Vleeskuikenouderdieren worden meestal gehouden in een grondhuisvestingssysteem, met een deel roostervloer (beun) en een deel strooiselvloer. Van de geproduceerde mest komt een deel terecht in een kelder onder de roosters en een deel in het strooiselruimte. Op beide plaatsen kan uit deze mest NH_3 emitteren. Deze emissie kan worden verlaagd door zowel de mest onder de roosters als die in het strooisel snel te drogen. Naar het drogen van de mest onder de roosters is al op diverse plaatsen onderzoek gedaan, met als resultaat dat systemen met een lagere ammoniakemissie zijn opgenomen in de lijst met emissiefactoren van de Uitvoeringsrichtlijn ammoniak en veehouderij (Uav).

Bij het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) is in samenwerking met het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG) onderzocht of de ammoniakemissie nog verder kan worden verlaagd als ook het strooisel wordt belucht. Dit onderzoek werd uitgevoerd op praktijkcentrum "Het Spelderholt". Bij een traditioneel grondhuisvestingssysteem en bij een grondhuisvestingssysteem met een extra leefvloer is onderzocht welk effect de strooiselbeluchting had op de ammoniakemissie en de stofconcentratie in de stal. Bij beide huisvestingssystemen zijn in één hoofdafdeling zowel het strooisel als de mest onder de roostervloer belucht en in één hoofdafdeling is alleen de mest onder het rooster belucht. Uit de resultaten van de eerste proef bleek dat door ook het strooisel te beluchten de ammoniakemissie weliswaar lager werd, maar de stofconcentratie hoger. Daarom is een tweede proef uitgevoerd, gericht op technieken om de stofconcentratie minder toe te laten nemen.

Bij de traditionele grondhuisvesting is onderzocht of met intermitterende beluchting van het strooisel de stofconcentratie kon worden teruggedrongen. Bij de intermitterende beluchting werd er belucht gedurende de donkerperiode en de eerste vier uur van de lichtperiode. Wanneer verzorgende werkzaamheden plaatsvonden, werd niet belucht. De intermitterende beluchting werd gelijktijdig toegepast in de hoofdafdelingen met strooisel en roostermestbeluchting en in de hoofdafdeling met alleen roostermestbeluchting. De bij de intermitterende beluchting verkregen resultaten zijn vergeleken met resultaten verkregen in periodes dat er continu werd belucht in deze hoofdafdelingen.

Deze tweede proef leverde de volgende conclusies op: door bij de traditionele grondhuisvesting het strooisel en de roostermest continu te beluchten, was de ammoniakemissie lager en de stofconcentratie hoger dan bij alleen roostermestbeluchting. Met de strooiselbeluchting werd een gemiddelde extra ammoniakreductie van 30% verkregen ten opzichte van het alleen beluchten van de roostermest, maar de gemiddelde concentratie van inhaalbaar stof werd er door verdubbeld. Die van respirabel stof nam met 70% toe. Wanneer bij dit huisvestingssysteem alleen belucht werd gedurende de donkerperiode en de eerste vier uur van de lichtperiode (totaal 12 uur), werd met de strooiselbeluchting een extra ammoniakreductie van ruim 20% behaald. Bij 12 uur strooisel beluchten per etmaal in plaats van 24 uur, is er slechts een geringe verhoging van de stofconcentratie ten opzichte van niet beluchten. De stofconcentratie is gemeten tijdens de lichtperiode.

Bij een systeem met een extra leefvloer boven de legnesten is in deze tweede proef onderzocht of de stofconcentratie teruggedrongen kan worden met het circuleren en filteren van de lucht die over het strooisel wordt geblazen. Deze resultaten zijn vergeleken met resultaten waarbij in deze hoofdafdeling de lucht die over het strooisel werd geblazen niet weer werd afgezogen. Daarnaast zijn resultaten verzameld in een hoofdafdeling met het systeem met de extra leefvloer waarbij alleen de roostermest werd belucht. In de afdelingen met de extra leefvloer is ook meer strooiselvloer beschikbaar voor de dieren.

Wanneer zowel het strooisel als de roostermest belucht werden, was bij het huisvestingssysteem met de extra leefvloer de ammoniakemissie lager en de stofconcentratie hoger, dan wanneer alleen de roostermest werd belucht. De extra reductie van de ammoniakemissie was ongeveer 40%. De stofconcentratie nam echter sterk toe, ruim 4,5 maal hoger dan bij niet beluchten van het strooisel.

Door de lucht die over het strooisel werd geblazen direct weer af te zuigen en te filteren, konden de concentraties van inhaalbaar stof en respirabel stof worden teruggedrongen. Bij deze manier van strooiselbeluchting was de gemiddelde concentratie van inhaalbaar stof nog ruim 3,5 maal zo hoog en de gemiddelde concentratie van inhaalbaar stof nog tweemaal zo hoog als bij beluchting van alleen de roostermest. Ook hier is de stofconcentratie gemeten tijdens de lichtperiode. De extra reductie van de ammoniakemissie is nog ongeveer 20%.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden.....	2
2.1	Proefaccommodatie en diermateriaal	2
2.2	Proefbehandelingen	3
2.3	Waarnemingen	4
2.4	Dataverwerking	5
3	Resultaten	6
3.1	Beluchting van strooisel- en roostermest.....	6
3.2	Klimaat stallucht en drooglucht	6
3.3	Ventilatie-debiet	7
3.4	Strooiselmest.....	7
3.5	Technische kengetallen	8
3.6	Ammoniak.....	8
3.7	Stofconcentratie.....	10
4	Discussie	11
5	Conclusies	13
	Literatuur.....	14
Bijlage 1	Dwarsdoorsnede van de afdelingen met de extra leefvloer	15
Bijlage 2	Plaatsen van strooiselmonsternamen en van meting strooisellaagdikte	16
Bijlage 3	Meetprincipe en kalibratieresultaten	17
Bijlage 4	Omzettingspercentages convertors en kalibratieresultaten meetventilatoren.....	18
Bijlage 5	Daggemiddelden temperatuur en RV van de stallucht.....	19
Bijlage 6	Daggemiddelden temperatuur en RV van de drooglucht	20
Bijlage 7	Daggemiddelden ventilatie-debiet	21
Bijlage 8	Daggemiddelden ammoniakconcentratie	22
Bijlage 9	Ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per instelling van de strooiselbeluchting..	23

1 Inleiding

Grondhuisvesting met een deel roostervloer (beun) en een deel strooiselvloer is het meest voorkomende huisvestingssysteem bij vleeskuikenouderdieren. De meeste mest komt terecht in de mestkelder onder de roosters, het resterende deel in het strooiselgedeelte. Op beide plaatsen kan uit deze mest NH_3 emitteren. Deze emissie kan worden verlaagd door zowel de mest onder de roosters als die in het strooisel te drogen. Naar het drogen van de mest onder de roosters is al op diverse plaatsen onderzoek gedaan, met als resultaat dat systemen met een lagere ammoniakemissie zijn opgenomen in de lijst met emissiefactoren van de Uitvoeringsrichtlijn ammoniak en veehouderij (Uav).

In een eerder onderzoek op Praktijkcentrum "Het Spelderholt" bij vleeskuikenouderdieren is gekeken naar het effect van beluchting van de mest in het strooisel op de ammoniakemissie. Ook is daarbij de stofconcentratie gemeten. Uit de resultaten bleek dat de ammoniakemissie met circa 30% kan worden verlaagd ten opzichte van alleen beluchten onder de roosters, maar dat de stofconcentratie 3,5 tot 6 keer zo hoog wordt (Haar et al, 2000). Dit was voor het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) aanleiding om in samenwerking met het IMAG de proef te herhalen, maar dan met technieken om de stofconcentratie minder toe te laten nemen.



Strooiselbeluchting bij vleeskuikenouderdieren

2 Materiaal en methoden

In dit hoofdstuk worden de gebruikte proefaccommodatie, het diermateriaal en de toegepaste technieken beschreven. Ook is beschreven welke waarnemingen zijn verricht en hoe de verzamelde data zijn verwerkt.

2.1 Proefaccommodatie en diermateriaal

De proef is uitgevoerd in een donkerstal met vier klimaatgescheiden hoofdafdelingen (zie figuur 1). Hoofdafdeling 3 en 4 waren ingericht met een traditionele strooisel/rooster huisvesting. Hoofdafdeling 1 en 2 waren ook ingericht met strooisel/rooster huisvesting, maar daarnaast was een extra etage (roostervloer met daaronder een mestband) boven de legnesten aangebracht om de leefomgeving te verrijken. In deze afdelingen met de extra leefvloer was in totaal 16% meer vloeroppervlak beschikbaar. In verband met de extra roostervloer boven de legnesten is in deze afdelingen de strooiselvloer ook groter gemaakt, om dezelfde verhouding roostervloer-strooiselvloer te hebben als bij traditionele grondhuisvesting. In bijlage 1 is een dwarsdoorsnede van de afdelingen met de extra leefvloer opgenomen. Alle hoofdafdelingen waren opgesplitst in vier (sub)afdelingen.

Figuur 1 Plattegrond stal

11	13	21	23	31	33	41	43
12	14	22	24	32	34	42	44
Hoofdafdeling 1		Hoofdafdeling 2		Hoofdafdeling 3		Hoofdafdeling 4	

Bij het systeem met de extra leefvloer werd een deel van de voerbaklengte afgedekt, zodat in alle subafdelingen evenveel eetlengte beschikbaar was voor de hennen (14,1 cm per hen). Voor de hanen waren in elke afdeling twee hanenbakken aanwezig (8,5 hanen per bak). In alle afdelingen kregen de dieren het drinkwater verstrekt via drinkautomaten (ronde bak met acht nippels). In alle afdelingen waren 32 drinknippels aanwezig (1 nippel per 5,8 dieren). In alle afdelingen is gemiddeld 1 m² legnestruimte beschikbaar voor 41 hennen.

Op 4 en 5 september 2000 zijn in alle subafdelingen 180 hennen en 22 hanen geplaatst, allemaal Ross 508 dieren. De dieren hadden een leeftijd van 20 weken en alle hennen hadden onbehandelde snavels. Op 22 weken leeftijd is het aantal hennen en hanen per subafdeling teruggebracht naar respectievelijk 175 en 20. Op 25 weken leeftijd is het aantal hanen per afdeling teruggebracht naar 18 en op 31 weken leeftijd naar 16. De dieren zijn afgeleverd op 28 mei 2001 op een leeftijd van 58 weken. De bij de hanen uitgevoerde ingrepen staan in tabel 1. In deze tabel staat ook bij welk voersysteem de hennen zijn opgefokt.

Tabel 1 Toegepaste voersystemen bij hennen in de opfokperiode en ingrepen bij hanen

Voersysteem opfokperiode hennen	Snavels hanen behandeld	Deel achterste teen hanen afgeknipt	Huisvestingssysteem	
			Traditioneel Afdeling	Extra etage Afdeling
Voerpannen	ja	Ja	42	13
		Nee	31	24
	nee	Ja	34	21
		Nee	44	12
Spinfeeder	ja	ja	32	23
		nee	41	14
	nee	ja	43	11
		nee	33	22

Tijdens de opfokperiode is bij beide voersystemen onderzoek verricht naar het verstrekken van een of twee maaltijden. In stal P6 werden in elke afdeling hennen geplaatst waarvan de ene helft één maaltijd per dag heeft gehad en de andere helft twee maaltijden per dag.

Bij de dieren was het licht aan van 4.00 tot 20.00 uur en de lichtsterkte was 40 Lux. Dit was de gemiddelde lichtsterkte van metingen, uitgevoerd bij de eerste voergoot op het rooster vanaf de strooiselruimte.

De minimale staltemperatuur was voor alle afdelingen ingesteld op 16°C.

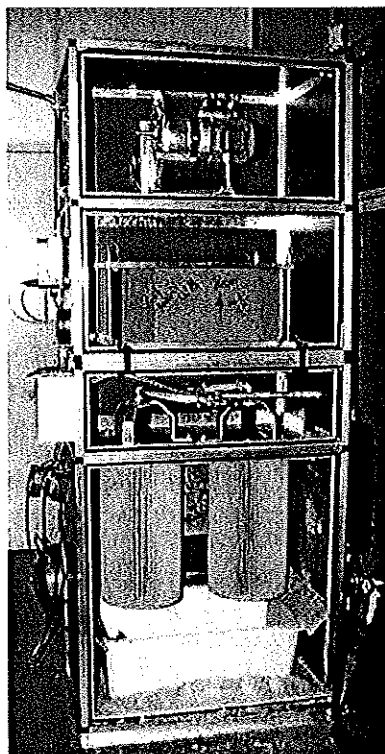
2.2 Proefbehandelingen

In alle hoofdafdelingen van de stal is de mest onder de roosters belucht met 1,5 m³/dierplaats/uur. Deze lucht werd aangevoerd via een luchtmengkast en had minimaal een temperatuur van 18°C. Van de totale hoeveelheid is minimaal 50% buitenlucht aangevoerd. Indien de 18°C niet werd gehaald door het mengen van stallucht met buitenlucht, werd de lucht opgewarmd via een cv-installatie.

In hoofdafdelingen 1 en 3 werd ook het strooisel belucht, met 1 m³/dierplaats/uur. De manier van beluchten van het strooisel was in de beide afdelingen verschillend.

Afdeling 1

Dit is een van de afdelingen met de extra leefvloer boven de legnesten. Hier werd de lucht over het strooisel geblazen vanaf de buitengevel en aangezogen bij de roostervloer. De aangezogen lucht werd behandeld in een zelfreinigende filterunit (zie foto) en daarna weer over het strooisel geblazen. De lucht werd dus continu gecirculeerd. Om na te gaan welk effect deze manier van beluchten had op de stofconcentratie, is tijdens bepaalde perioden de lucht niet uit de dierruimte aangezogen, maar uit een ruimte zonder dieren. Er was geen mogelijkheid op deze lucht op te warmen als de temperatuur beneden de 18°C kwam. De temperatuur van de ingeblazen lucht is ook niet gemeten.



Luchtbehandelunit voor circulatie met filtratie van IPB/AgroSuppl

Afdeling 3

In deze afdeling met traditionele grondhuisvesting is de lucht is van beide kanten (buitengevel en roostervloer) over het strooisel geblazen. Hierbij werd de lucht niet gecirculeerd en gereinigd. Deze beluchting was ook aangesloten op de luchtmengkast van de betreffende afdeling, zodat de minimum temperatuur ook hier 18°C was. In deze hoofdafdeling is onderzocht of met intermitterend beluchten de stofconcentratie terug te dringen is. De stofconcentratie tijdens het intermitterend beluchten is vergeleken met de stofconcentratie tijdens continu beluchten. Bij het intermitterend beluchten is 12 uur per etmaal belucht: tijdens de donkerperiode en 4 uur van de lichtperiode.

2.3 Waarnemingen

Beluchting strooisel - en roostermest

Voor de opzet van de dieren is de luchtdruk in de strooisel- en mestbeluchtingsbuizen gemeten. Op basis hiervan is de hoeveel lucht berekend die over de strooiselmest en de roostermest moest worden geblazen.

Klimaat stallucht en drooglucht

Per hoofdafdeling registreerde de klimaatcomputer continu de staltemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid (RV) van de stallucht. Behalve van de lucht die door de filterunit ging, registreerde de klimaatcomputer ook de temperatuur en RV van de lucht die over de strooisel- en roostermest werd geblazen. Van de buitenlucht zijn de temperatuur en RV continu geregistreerd. Voor de temperatuurmeting zijn droge temperatuuropnemers van Fancom gebruikt. De temperatuuropnemers voor de stallucht hingen in de dierruimtes 0,75 m boven de roostervloer, de temperatuuropnemers voor de drooglucht zaten in een aanvoerbuisk van de strooisel- en mestbeluchting. Voor het meten van de RV zijn elektronische opnemers van Fancom gebruikt. De klimaatmetingen werden continu weergegeven en het gemiddelde van iedere 10-12 minuten is opgeslagen in de TOLK-computer.

Ventilatie-debiet

In elke hoofdafdeling werd met een meetventilator in de ventilatiekamer het ventilatie-debiet vastgesteld. Deze meting werd gecontroleerd door een Fancom meetwaaier (serienummer 4326005.00/10253; met dezelfde doorsnede als de meetventilator) in de ventilatiekamer van hoofdafdeling 4. Deze meetwaaier is doorgemeten volgens de normen DIN 1952, NBN 688 en BS 848. Aan de meetventilator zijn metingen verricht om de relatie tussen het luchtdebiet en het toerental van de meetventilator te bepalen. Op basis van deze metingen werd met een omrekeningsformule omgerekend naar het ventilatie-debiet in m³/uur (zie bijlage 4). In de hoofdafdelingen 1 en 2 was het technisch niet mogelijk om een betrouwbare ijklijn van de meetventilator te creëren. Uit metingen bleek dat de hoofdafdelingen 1 en 2 wel dezelfde ijklijn hadden. De pulsen van de meetventilator werden continu weergegeven en het gemiddelde van iedere 10-12 minuten opgeslagen in de TOLK-computer.

Drogestofgehalte strooisel

Eenmaal per 4 weken zijn in twee subafdelingen van elke hoofdafdeling vijf monsters genomen van de strooisel(mest). Diagonaal door de subafdeling hebben we op vijf plaatsen (evenredig verdeeld over de strooiselruimte; zie bijlage 2) een schep strooisel van de hele strooisellaag genomen en in een emmer gedaan. Het strooisel in de emmer hebben we met een schepje goed gemengd. Daarna verplaatsten we uit de emmer een monster van ongeveer 300 gram in een plastic zak. Deze monsters werden opgeslagen in de diepvries en het IMAG bepaalde later het drogestofgehalte van deze monsters volgens de gravimetrische methode. Het monster werd in zijn geheel in bewerking genomen en gedroogd bij 105°C tot een constant gewicht werd bereikt.

Dikte strooisellaag

Gelijktijdig met het verzamelen van de strooiselmonsters hebben we de dikte van de strooisellaag gemeten. Deze metingen zijn verricht op de plaatsen waar strooisel werd verzameld voor de strooiselmonsters.

Technische kengetallen

De technische kenmerken legpercentage, voerverbruik per hen en per haan, waterverbruik per dier, percentage buitennesteieren, uitvalspercentage bij alle dieren en het percentage overgelegde broedeieren zijn verzameld.

Ammoniakmetingen

In de periode van 20 februari tot en met 28 mei 2001 hebben we de ammoniakconcentratie continu gemeten met een NO_x-monitor (Thermo Environmental Instrument's Chemiluminescence NO_x Analyser model 42 I) in de uitgaande luchtstroom van de afdelingen. Deze methode staat beschreven in Scholtens (1993), een korte omschrijving staat in bijlage 3. Om ammoniak te kunnen meten moet een convertor dit eerst omzetten tot NO. Het gevormde stabiele NO is door verwarmde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De gemeten ammoniakconcentratie in ppm werd met een factor 0,71 (bij 20°C en 1 atm.) omgerekend naar mg NH₃ per m³ lucht (Weast et al, 1986). De monsternamenpunten van de uitgaande lucht bevonden zich in de ventilatie-kokers. De ammoniakconcentratie van de ingaande lucht is ook bepaald. Iedere week werd de monitor gekalibreerd met 40,3 ppm NO-gas. Zonodig hebben we de filters in de luchtleiding voor de convertors vervangen. Volgens het gebruikte meetprincipe was het signaal van de monitor lineair met de ammoniakconcentratie. De convertors werden voor en na de meetperiode gekalibreerd. Deze resultaten zijn vermeld in bijlage 4.

Stofmetingen

Om na te gaan wat de invloed was van de verschillende methoden van beluchten, zijn stofmetingen verricht. Deze metingen hebben we uitgevoerd in de periode van 30 januari tot en met 4 april 2001. De dieren waren toen 41 tot 50 weken oud. We hebben zowel de concentratie van het inhaleerbaar als van het respirabel stof gemeten. De metingen werden uitgevoerd volgens de gravimetrische methode (Ellen e.a., 1996). De lucht werd door een meetkop met daarin een filter gezogen. Door de speciale vorm van de meetkop en de inlaatopening bleef het stof tot een bepaalde grootte op het filter achter. Zowel de meetkop als het filter zijn voor en na de meting in de stal gewogen. Het verschil in gewicht, gedeeld door de totale hoeveelheid lucht die door de meetkop ging, is de gemiddelde stofconcentratie over de gemeten periode.

Op 1 meetdag zijn stofmetingen verricht in de twee hoofdafdelingen met hetzelfde huisvestingssysteem: traditionele grondhuisvesting (hoofdafdeling 3 en 4) of het systeem met de extra leefvloer (hoofdafdeling 1 en 2). We hebben steeds 2 dagen opeenvolgend in dezelfde afdelingen gemeten: in elke hoofdafdeling op twee plaatsen, bij de gazen wanden tussen de subafdelingen, steeds op een gelijke afstand van de buitenmuur en op gelijke hoogte. Het meten van de stofconcentratie per dag vond plaats tussen 08:00 en 16:00 uur. Tijdens de bovengenoemde periode is de strooiselbeluchting in de afdelingen 1 en 3 op verschillende manieren ingesteld om het effect er van op de stofconcentratie te kunnen bepalen. In tabel 2 staan de instellingen per hoofdafdeling van de beluchting. Deze instellingen zijn steeds gewijzigd op de vrijdag voorafgaand aan de meetdagen. Hierbij is aangenomen dat op de dinsdag na het wijzigen een nieuw evenwicht heeft ingesteld voor de ammoniakvorming en stofconcentratie in de afdelingen.

Tabel 2 Instellingen en meetdagen strooiselbeluchting in hoofdafdelingen 1 en 3

Leeftijd dieren (weken)	Instelling strooiselbeluchting		Metingen	
	Hoofdafdeling 1	Hoofdafdeling 3	Datum	In hoofdafdeling
20 - 41	Circuleren + filteren	Continu	geen metingen	-
41	Circuleren + filteren	-	30 + 31 jan.	1 + 2
42	Circuleren + filteren	-	6 + 7 feb.	1 + 2
43	-	Continu	13 + 14 feb.	3 + 4
44	-	Intermitterend	20 + 21 feb.	3 + 4
45	Circuleren + filteren	-	27 + 28 feb.	1 + 2
46	Circuleren + filteren	-	6 + 7 maart	1 + 2
47	-	Continu	13 + 14 maart	3 + 4
48	-	Intermitterend	20 + 21 maart	3 + 4
49	Alleen blazen	-	27 + 28 maart	1 + 2
50	-	Intermitterend	3 + 4 april	3 + 4
51 - 58	Circuleren + filteren	Continu	geen metingen	-

2.4 Dataverwerking

Ammoniakemissie

Van 20 februari tot en met 28 mei 2001 is gedurende 10 weken de ammoniakemissie gemeten uit de hoofdafdelingen. In deze meetperiode hadden de dieren een leeftijd van 41 tot 50 weken. De ammoniakconcentraties werden gecorrigeerd voor de rendementen van de convertors en kalibraties van de monitor. Missende uurwaarnemingen (als gevolg van storingen aan de apparatuur) van ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid werden niet geïnterpoleerd. Het ventilatiedebiet is per uur berekend door de opgeslagen gegevens van de TOLK-computer (10-12 minuten) per uur te middelen. De klimaatgegevens zijn per dag gemiddeld.

De ammoniakemissie, berekend als het product van de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht en het ventilatiedebiet, is per afdeling bepaald. Uit de uurgemiddelden van de ammoniakconcentratie, ventilatiedebiet en ammoniakemissie hebben we daggemiddelden berekend.

Over de meetdagen die in tabel 2 staan vermeld, is een gemiddeld ventilatiedebiet, een gemiddelde ammoniakconcentratie en een gemiddelde ammoniakemissie berekend.

Technisch was het niet mogelijk voor hoofdafdelingen 1 en 2 een betrouwbare ijklijn van de meetventilator te creëren. De ammoniakemissies van deze hoofdafdelingen zijn wel te gebruiken om beide hoofdafdelingen te vergelijken, maar niet voor vaststelling van een emissiefactor voor wetgeving.

Het aantal dierplaatsen werd gelijk gesteld aan het aantal geplaatste dieren.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk staan de resultaten van de diverse waarnemingen.

3.1 Beluchting van strooisel- en roostermest

In tabel 3 staan de op basis van de luchtdruk in de buizen berekende hoeveelheden lucht die over de mest en het strooisel zijn geblazen.

Tabel 3 Hoeveelheid lucht (m³/dierplaats/uur) over de rooster- en strooiselmest

M ³ /uur/aanwezig dier	Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
		Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
		4	3	2	1
Over de roostermest geblazen		2,0	±2,0	2,1	2,1
Over de strooiselmest geblazen			±1,1		1,1

In hoofdafdeling 3 werd bij het starten van de proef 1,4 m³ lucht/per dierplaats/per uur over de roostermest geblazen en 0,8 m³ over het strooisel. Op 23 weken leeftijd is in de luchtmengkast een andere poelie gemonteerd waardoor de luchthoeveelheid is verhoogd naar ongeveer 2 m³ per dierplaats per uur voor de roostermestbeluchting en 1,1 m³ voor de strooiselbeluchting.

3.2 Klimaat stallucht en drooglucht

In tabel 4 staan de resultaten van de metingen naar de temperaturen en de RV van de stallucht en drooglucht, verzameld op de stofmetingsdagen. Dit zijn gemiddelde gegevens van de dagen weergegeven in tabel 2.

Tabel 4 Per hoofdafdeling en per instelling strooiselbeluchting de temperatuur en relatieve vochtigheid (RV) van de stallucht en de drooglucht

	Hoofdafdeling	Grondhuisvesting				Extra leefvloer			
		Zonder strooisel-beluchting		Met strooisel-beluchting		Zonder strooisel-beluchting		Met strooisel-beluchting	
		4		3		2		1	
		T (°C)	RV (%)	T (°C)	RV (%)	T (°C)	RV (%)	T (°C)	RV (%)
<i>Stallucht</i>		20,1	54	21,1	71				
- Continu beluchten									
- Intermitterend beluchten		2,0	57	21,1	71				
- Alleen blazen						19,8	53	20,3	74
- Circuleren en filteren						19,5	55	19,8	74
<i>Drooglucht</i>		17,9	60	17,9	46				
- Continu beluchten									
- Intermitterend beluchten		18,1	60	18,1	47				
- Alleen blazen						17,6	53	17,6	58
- Circuleren en filteren						17,6	51	17,4	57

Bij de hoofdafdelingen met strooiselbeluchting zijn de temperaturen en RV's van de stallucht hoger dan in de andere hoofdafdelingen. Dit komt overeen met de resultaten van de eerste proef van dit onderzoek. Ook zien we dat bij de traditionele grondhuisvesting de drooglucht bij de hoofdafdeling met strooiselbeluchting een lagere gemiddeld RV had dan bij de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting.

3.3 Ventilatie-debiet

In tabel 5 staan per hoofdafdeling het gemiddelde ventilatie-debiet tijdens de stofmetingsdagen.

Tabel 5 Per hoofdafdeling het gemiddelde ventilatie-debiet bij de verschillende instellingen van de strooiselbeluchting op de stofmetingsdagen

Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
	4	3	2	1
<i>Ventilatie-debiet (m³/uur/afdeling)</i>				
- Continu beluchten	1786	1833	-	-
- Intermitterend beluchten	1984	1817	-	-
- Alleen blazen	-	-	769	981
- Circuleren en filteren	-	-	688	693
<i>Ventilatie-debiet (m³/uur/dier)</i>				
- Continu beluchten	2,3	2,4	-	-
- Intermitterend beluchten	2,6	2,4	-	-
- Alleen blazen	-	-	1,0	1,3
- Circuleren en filteren	-	-	0,9	0,9

Bij het traditionele huisvestingssysteem was het ventilatie-debiet steeds hoger dan bij het systeem met de extra leefvloer. Dit was ook zo bij de eerste proef.

3.4 Strooiselmest

In tabel 6 staan de resultaten van de drogestofbepalingen en de metingen van de dikte van de strooisellaag.

Tabel 6 Per hoofdafdeling de gemiddelde drogestofgehaltes (g/kg) en dikte van de strooisellaag (cm)

Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
	4	3	2	1
Drogestofgehalte strooiselmest (g/kg)	680	791	526	751
Dikte strooisellaag (cm)	2,5	1,3	4,0	2,2

Tabel 6 laat zien dat in de hoofdafdelingen met strooiselbeluchting de strooisellaag dunner was en het strooisel een aanzienlijk hoger drogestofgehalte had dan in de hoofdafdelingen zonder strooiselbeluchting.

Bij het systeem met de extra leefvloer heeft de strooiselbeluchting meer effect op het drogestofgehalte dan bij het traditionele systeem.

Vergelijken we de beide hoofdafdelingen zonder strooiselbeluchting, dan zien we dat bij het systeem met de extra leefvloer het strooisel natter was dan bij het traditionele systeem. Dit effect zagen we ook in de eerste proef.

3.5 Technische kengetallen

Tabel 7 geeft de technische resultaten weer, behaald over de periode van 22 tot 58 weken leeftijd.

Tabel 7 Per hoofdafdeling de technische resultaten over de periode van 22 tot 58 weken leeftijd

Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
	4	3	2	1
Gem. legpercentage	56,9	57,4	53,0	53,6
Gem. voerverbruik per hen per dag (g)	144	144	144	144
Gem. voerverbruik per haan per dag (g)	134	134	134	134
Gem. waterverbruik per dier per dag (ml)	263	273	259	264
Percentage buitennesteieren	0,5	0,4	3,3	3,6
Uitvalspercentage bij hennen	8,0	7,9	4,7	7,0
Uitvalspercentage bij hanen	10,0	8,8	10,0	10,0
Percentage overgelegde eieren	90,1	90,8	91,4	92,4

Tabel 7 toont dat bij beide huisvestingssystemen het gemiddeld legpercentage aan de lage kant was. Dit komt waarschijnlijk doordat de hennen onbehandelde (ongekapte) snavels hadden. Bij eerder uitgevoerd onderzoek zagen we namelijk dat het legpercentage bij ongekapte hennen lager was dan bij gekapte hennen. Dat het legpercentage wat aan de lage kant is, heeft wellicht geen invloed gehad op de resultaten van het onderzoek naar het effect van strooiselbeluchting op stofconcentratie en ammoniakemissie.

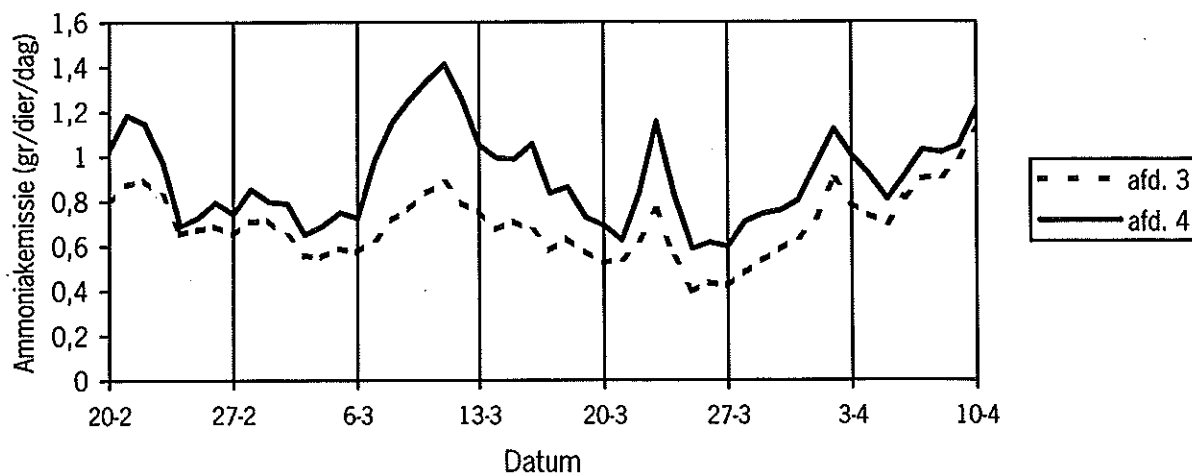
We zien ook dat bij het systeem met de extra leefvloer het percentage buitennesteieren hoger is dan bij de traditionele grondhuisvesting. Van buiten het nest gelegde eieren gaan er meer verloren dan van in het nest gelegde eieren. Daardoor zijn bij de extra leefvloer minder eieren geraapt en was het legpercentage lager dan bij de traditionele grondhuisvesting.

3.6 Ammoniak

In tabel 8 staan de resultaten van de ammoniakmetingen uitgevoerd op de dagen waarop de stofmetingen zijn verricht (zie tabel 2). Voor extra informatie staan in bijlage 5 de resultaten per instelling over de gehele meetperiode. In figuren 2 en 3 staat het verloop van de ammoniakemissie per afdeling voor de beide huisvestingssystemen over de gehele meetperiode.

Tabel 8 Per hoofdafdeling de ammoniakconcentratie en ammoniakemissie bij de verschillende instellingen van de strooiselbeluchting over de gemeten perioden

Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
	4	3	2	1
<i>Gemiddelde ammoniakconcentratie (mg/m³)</i>				
- Continu beluchten	18,2	12,4	-	-
- Intermitterend beluchten	15,4	12,6	-	-
- Alleen blazen	-	-	13,0	6,2
- Circuleren en filteren	-	-	18,6	12,8
<i>Gemiddelde ammoniakemissie (g/dag)</i>				
- Continu beluchten	781	547	-	-
- Intermitterend beluchten	695	542	-	-
- Alleen blazen	-	-	246	148
- Circuleren en filteren	-	-	322	248
<i>Gemiddelde ammoniakemissie (g/dag/dier)</i>				
- Continu beluchten	1,02	0,72	-	-
- Intermitterend beluchten	0,91	0,71	-	-
- Alleen blazen	-	-	0,32	0,19
- Circuleren en filteren	-	-	0,42	0,33

Figuur 2 Gemiddelde ammoniakemissie (gr/dier/dag) bij traditionele grondhuisvesting*Traditionele grondhuisvesting*

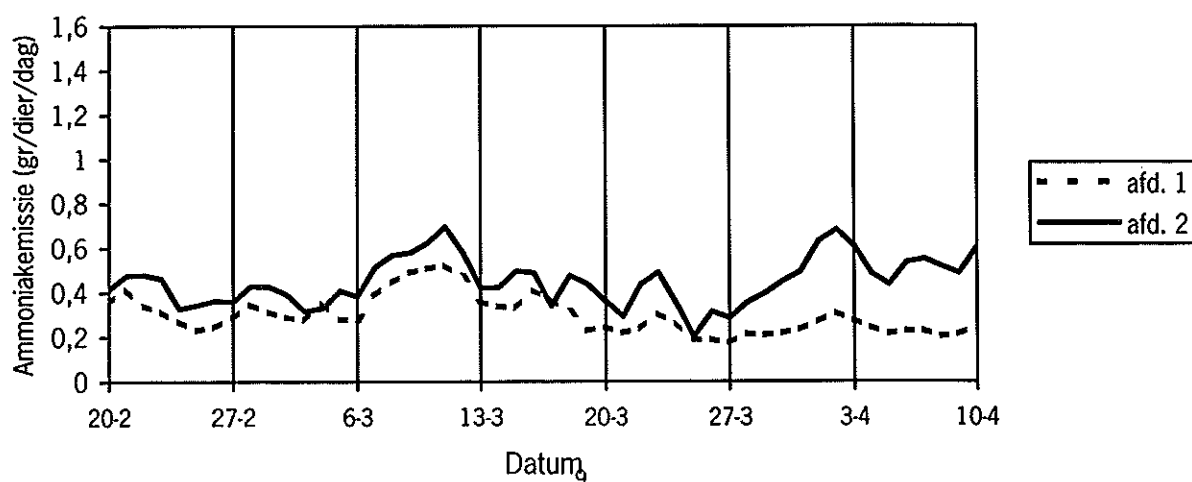
Bij het traditionele grondhuisvestingssysteem was bij de hoofdafdeling met continu strooiselbeluchting de gemiddelde ammoniakemissie 0,72 g/dag/dier, bij de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting 1,02 g/dag/dier. Continu strooiselbeluchting gaf een extra ammoniakreductie van 29% ten opzichte van het alleen roostermestbeluchting. Dit komt goed overeen met de 29% extra reductie die in de eerste proef werd behaald met continue strooiselbeluchting bij het traditionele huisvestingssysteem.

Bij dit huisvestingssysteem was op de meetdagen bij de hoofdafdeling met intermitterende strooiselbeluchting de gemiddelde ammoniakemissie 0,71 g/dag, bij de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting 0,91 g/dag. De extra ammoniakreductie is bij intermitterende strooiselbeluchting gedaald naar 22%.

Extra leefvloer

Bij het systeem met de extra leefvloer was in de hoofdafdeling waar de lucht continu over het strooisel werd geblazen zonder te filteren de gemiddelde ammoniakemissie 0,19 g/dag/dier en in de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting 0,32 g/dag/dier. Deze wijze van strooiselbeluchting gaf een extra ammoniakreductie van 41% ten opzichte van alleen beluchten van de roostermest. Dit komt vrij goed overeen met het extra reductiepercentage van 36% uit de eerste proef. Door de lucht, gebruikt bij de strooiselbeluchting, te circuleren en te filteren daalde de extra ammoniakreductie naar 21%. Bij de hoofdafdeling met strooiselbeluchting en stoffiltering was de gemiddelde ammoniakemissie 0,33 g/dag/dier, bij de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting was dit 0,42 g/dag/dier.

Als we van beide huisvestingssystemen de ammoniakemissie per dier per dag van de hoofdafdelingen zonder strooiselbeluchting vergelijken, zien we dat de emissie bij de extra leefvloer meer dan de helft lager is dan bij het traditionele systeem.

Figuur 3 Gemiddelde ammoniakemissie (gr/dier/dag) bij extra leefvloer

3.7 Stofconcentratie

Continu versus intermitterend beluchten

Tabel 9 laat zien dat bij de traditionele grondhuisvesting de gemiddelde concentratie van inhaleerbaar stof bij continu beluchten van strooisel en roostermest ongeveer tweemaal zo hoog is als bij continu beluchten van alleen de roostermest. Door het strooisel continu te beluchten nam bij het grondstelsel de concentratie van respirabel stof toe van 0,7 naar 1,2 mg/m³, een toename met 70%.

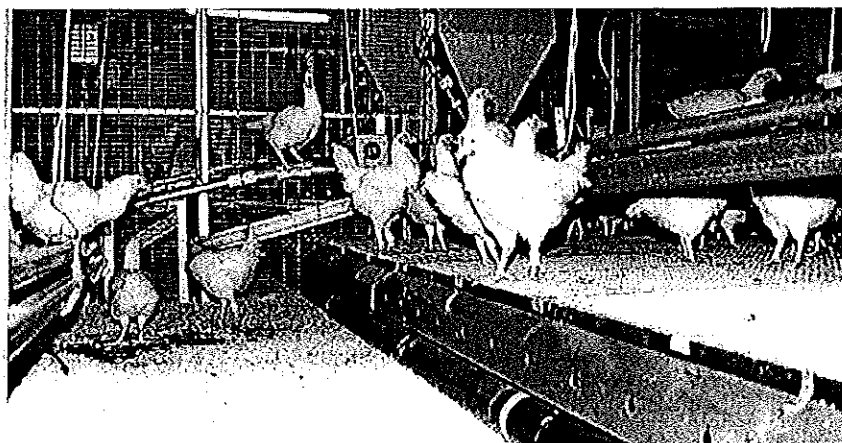
De gemiddelde concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof waren bij intermitterende beluchting van strooisel en roostermest nauwelijks hoger dan bij intermitterende beluchting van alleen roostermest. Een toename van respectievelijk bijna 2 en 9%.

Tabel 9 Per hoofdafdeling de stofconcentratie (mg/m³) bij de verschillende instellingen van de strooiselbeluchting

Hoofdafdeling	Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
	Zonder strooisel-beluchting 4	Met strooisel-beluchting 3	Zonder strooisel-beluchting 2	Met strooisel-beluchting 1
<i>Inhaleerbaar stof</i>				
Continu beluchten	5,5	10,8	-	-
Intermitterend beluchten	8,5	8,7	-	-
Alleen blazen	-	-	4,0	18,7
Circuleren en filteren	-	-	3,2	11,4
<i>Respirabel stof</i>				
Continu beluchten	0,7	1,2	-	-
Intermitterend beluchten	1,1	1,2	-	-
Alleen blazen	-	-	0,4	1,9
Circuleren en filteren	-	-	0,6	1,2

Blazen versus circuleren en filteren

Door bij het systeem met de extra leefvloer alleen lucht over het strooisel te blazen en de lucht niet te filteren, was de concentratie van zowel inhaleerbaar als respirabel stof ruim 4,5 maal zo hoog als wanneer het strooisel niet werd belucht. Wanneer de lucht over het strooisel werd gecirculeerd en gefilterd, was de concentratie van inhaleerbaar stof nog ruim 3,5 maal en de concentratie van respirabel stof tweemaal zo hoog als bij de hoofdafdeling zonder strooiselbeluchting.



Aanzuigbuizen voor circuleren en filteren van de lucht bij strooiselbeluchting

Vergelijking huisvestingssystemen

Door de stofconcentratie in hoofdafdeling 2 en 4 met elkaar te vergelijken en met de hoofdafdelingen 1 en 3, wordt duidelijk welk effect het huisvestingssysteem heeft op de stofconcentratie. In de afdelingen zonder strooiselbeluchting is de stofconcentratie in de afdeling met traditionele grondhuisvesting hoger. Bij strooiselbeluchting is het net andersom.

4 Discussie

Stalklimaat

Bij traditionele huisvestingssysteem was het gemiddelde ventilatiedebiet per dier per uur ongeveer tweemaal zo hoog als bij het systeem met de extra leefvloer. Dit had waarschijnlijk ook invloed op de ammoniakemissie en de stofconcentratie. Het onderzoek was echter niet gericht op het vergelijken van beide huisvestingssystemen, maar op het effect van de wijze van strooiselbeluchting op de ammoniakemissie en de stofconcentratie.

Bij beide huisvestingssystemen was de temperatuur van de drooglucht tijdens stofmetingsdagen nagenoeg gelijk in de hoofdafdelingen met en zonder strooiselbeluchting. Er was wel verschil in de RV van de drooglucht tussen de afdelingen met en zonder strooiselbeluchting. In hoeverre dit verschil de resultaten heeft beïnvloed is niet duidelijk.

Ammoniakemissie

Bij het traditionele huisvestingssysteem gaf continu strooiselbeluchting een extra ammoniakreductie van 29% ten opzichte van alleen het beluchten van de roostermest. Dit komt goed overeen met de 29% uit de eerste proef. Intermitterende strooiselbeluchting gaf bij het traditionele huisvestingssysteem een ammoniakreductie van 22%. Dit is wel een geringere reductie dan bij continu strooiselbeluchting.

Bij het systeem met de extra leefvloer gaf strooiselbeluchting zonder direct afzuigen een extra ammoniakreductie van 41% ten opzichte van alleen roostermestbeluchting. Dit komt vrij goed overeen met het reductiepercentage van 36% in de eerste proef. Door de lucht die gebruikt werd bij de strooiselbeluchting te circuleren en te filteren daalde de ammoniakreductie naar 23%. In figuur 4 staan de behaalde reductiepercentages van de beide proeven.

Figuur 4 Reductiepercentage in ammoniakemissie bij verschillende manieren van beluchten van strooisel en van roostermest bij twee huisvestingssystemen



Wanneer we van beide huisvestingssystemen de ammoniakemissie per dier per dag vergelijken van de hoofdafdelingen zonder strooiselbeluchting, zien we dat de emissie bij het systeem met extra leefvloer meer dan de helft lager is dan bij het traditionele systeem ondanks een duidelijk lager drogestofgehalte van het strooisel in de afdeling met de extra leefvloer zonder strooiselbeluchting. Ook bij de hoofdafdelingen met strooiselbeluchting is de ammoniakemissie van de afdeling met de extra leefvloer lager. Hierbij kan de hoeveelheid mest die op de extra leefvloer is geproduceerd een rol spelen. Onder deze roostervloer zat een mestband met beluchting. De geproduceerde mest werd wekelijks afgevoerd. Bekend uit de leghennensector is dat het frequent afvoeren van mest veel invloed heeft op de ammoniakemissie. Helaas is niet bekend hoeveel mest op de band boven de legnesten is geproduceerd, evenmin als het drogestofgehalte van deze mest.

In de afdeling met de extra leefvloer en strooiselbeluchting werd het strooisel slechts vanaf één kant belucht, maar wel met dezelfde hoeveelheid lucht per dier per uur. Hierdoor is de luchtsnelheid in de uitstroombaatjes hoger. Ook is de afstand waarover de lucht over het strooisel werd geblazen was groter. Op basis van de drogestofgehalten kunnen we niet aangeven dat dit een negatief effect had op de droging van het strooisel. Blijkbaar is beluchten van het strooisel vanaf een zijde ook één goede mogelijkheid.

Stof

Bij het continu beluchten van zowel de roostermest als het strooisel, waren net als in het vorig onderzoek in de hoofdafdelingen met strooiselbeluchting de stofconcentraties hoger dan in de hoofdafdelingen zonder strooiselbeluchting. De hogere stofconcentraties zijn waarschijnlijk een gevolg van het blazen van lucht over het strooisel en van het gedrag van de dieren. Strooiselbeluchting maakt het strooisel droger, waardoor bij het scharrelen en stofbaden meer stof vrijkomt. De luchtstroom die over het strooisel wordt geblazen, blaast dit stof de afdeling in. Wanneer alleen de roostermest werd belucht, waren de gemiddelde concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof bij het systeem met de extra leefvloer lager dan bij het grondstelsel. Dit moeten we waarschijnlijk toeschrijven aan natter strooisel (lager drogestofgehalte) bij het systeem met de extra leefvloer.

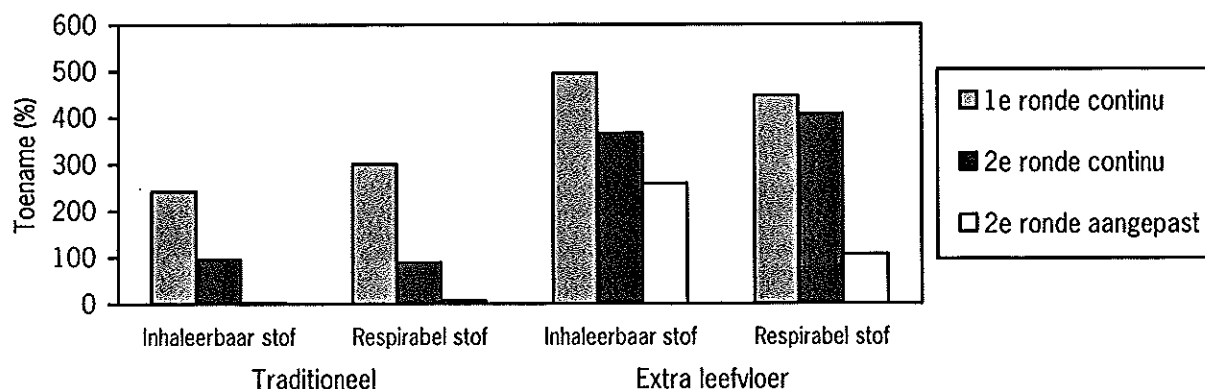
Het onderzoek was vooral gericht op het inzetten van technieken van strooiselbeluchting die een geringere toename van stofconcentraties geven.

De bij de traditionele grondhuisvesting onderzochte intermitterende strooiselbeluchting gaf minder verhoging van de stofconcentratie dan continu strooiselbeluchting, zowel bij inhaleerbaar als bij respirabel stof. Dit komt ook doordat de stofconcentratie werd gemeten in de perioden dat de beluchting uit stond. In de meetperioden liggen echter ook de tijdstippen dat personen in de stal werkten.

Bij de extra leefvloer is onderzocht of lagere stofconcentraties zijn te bereiken met strooiselbeluchting waarbij de over het strooisel geblazen lucht weer werd afgezogen, gefilterd en daarna weer teruggeblazen over het strooisel. Hiermee werden inderdaad lagere concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof verkregen dan bij strooiselbeluchting zonder filtering. De concentraties namen echter nog steeds fors toe ten opzichte van alleen beluchten van de roostermest.

In figuur 5 is de toename in de stofconcentratie bij de verschillende manieren van beluchten weergegeven ten opzichte van het alleen beluchten van de roostermest.

Figuur 5 Percentages stofconcentratie bij verschillende manieren van beluchten van strooisel en van roostermest bij twee huisvestingssystemen



Wanneer het strooisel continu werd belucht, lag de concentratie van inhaleerbaar stof bij beide huisvestingssystemen boven de MAC-waarde van 10 mg/m³. Bij het alleen 's nachts beluchten van de mest en het strooisel bleef de stofconcentratie overdag beneden de MAC-waarde. Bij direct weer afzuigen en filteren van de lucht die over het strooisel wordt geblazen, kwam de concentratie van het inhaleerbaar stof wel boven de MAC-waarde. Voor respirabel stof bleef de concentratie altijd beneden de MAC-waarde van 5 mg/m³.

5 Conclusies

Bij het traditionele grondhuisvestingsysteem en bij een systeem met een extra leefvloer boven de legnesten is onderzocht welke extra ammoniakreductie met strooiselbeluchting kan worden verkregen en wat de invloed daarvan was op de stofconcentratie in de stal. Door bij de traditionele grondhuisvesting het strooisel en de roostermest continu te beluchten was de ammoniakemissie lager en de stofconcentratie hoger dan bij alleen roostermestbeluchting.

Met de strooiselbeluchting bij traditionele grondhuisvesting werd een gemiddelde extra ammoniakreductie van 29% verkregen, maar de gemiddelde concentratie van inhaleerbaar stof werd verdubbeld en die van respirabel stof nam met 70% toe. Wanneer bij dit huisvestingssysteem alleen belucht werd gedurende de donkerperiode en de eerste 4 uur van de lichtperiode (totaal 12 uur), werd met de strooiselbeluchting een extra ammoniakreductie van 22 % behaald. Bij 12 uur strooisel beluchten per etmaal in plaats van 24 uur, zijn zowel de concentratie van inhaleerbaar als van respirabel stof overdag nauwelijks hoger dan bij alleen het beluchten van de mest onder de roosters.

Bij het huisvestingssysteem met de extra leefvloer was de ammoniakemissie lager en de stofconcentratie hoger wanneer zowel strooisel als roostermest belucht werden dan wanneer alleen de roostermest werd belucht. Bij de extra leefvloer kregen we door de strooiselbeluchting een extra ammoniakreductie van 41%, maar de concentratie van inhaleerbaar en respirabel stof was er ruim 4,5 maal zo hoog. Door de lucht die over het strooisel werd geblazen direct weer af te zuigen, konden we de toename van de concentraties van inhaleerbaar stof en respirabel stof terugdringen. De gemiddelde concentratie van inhaleerbaar stof was dan nog ruim 3,5 maal zo hoog en de gemiddelde concentratie van respirabel stof tweemaal zo hoog als bij alleen roostermestbeluchting. De extra reductie van de ammoniakemissie ten opzichte van alleen het beluchten van de mest onder de roosters nam af tot circa 23%.

Bij zowel de ammoniakemissie als de stofconcentratie heeft het drogestofgehalte van het strooisel een grote invloed. Bij de systemen met strooiselbeluchting is het drogestofgehalte hoger dan bij de systemen zonder strooiselbeluchting.

Literatuur

Bleijenberg, R en Ploegaert, J.P.M., 1994. Handleiding meetmethoden ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen. Wageningen, IMAG-DLO, rapport 94-1, 76 pp),

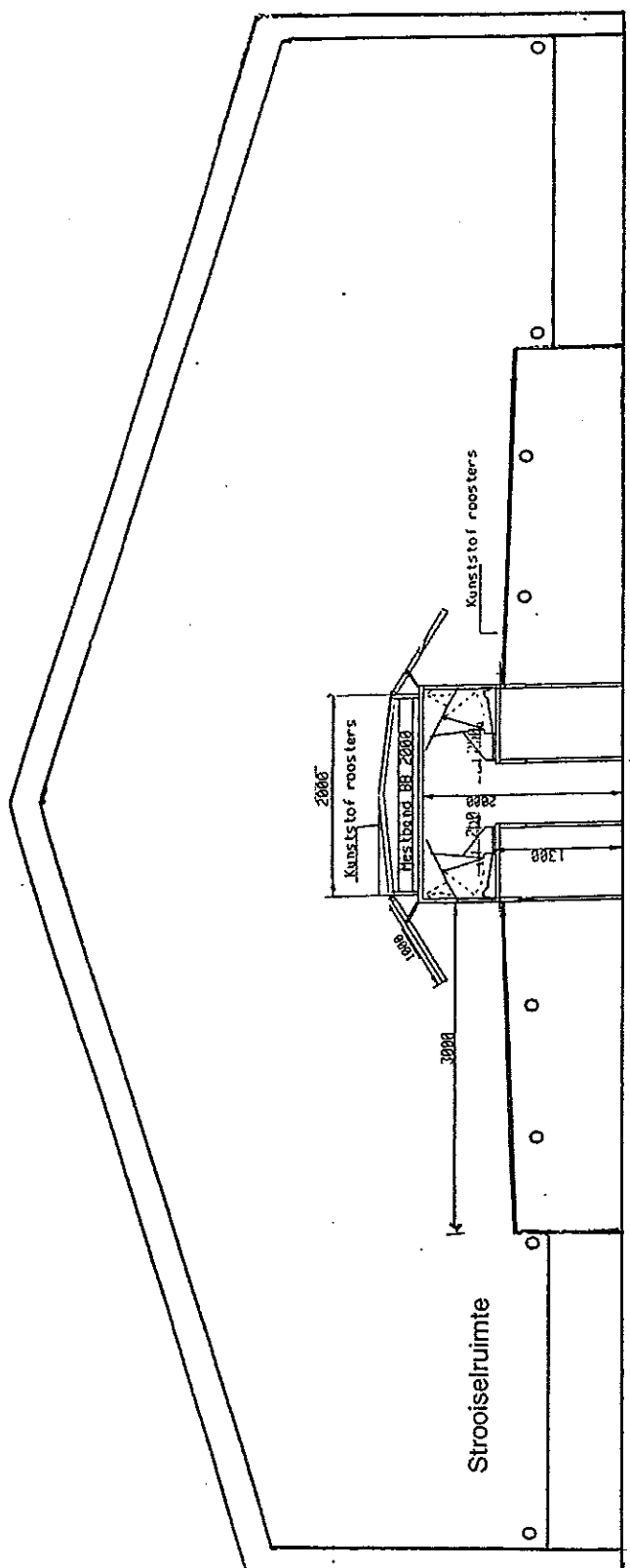
Ellen, H.H., A.W. Meekhof en J. H. van Middelkoop, 1996. Handleiding voor het meten van stofconcentraties in de lucht van pluimveestallen. Intern PP-verslag nr. 6, Beekbergen.

Haar, J.W. van der, Middelkoop, J.H. van, Ellen, H.H., Groot Koerkamp, P.W.G., Wever, A.C., 2000. De invloed van strooiselbeluchting en strooiselmanagement op de uitstoot van ammoniak en stofconcentratie in twee typen huisvestingsystemen voor vleeskuikenouderdieren. PP-rapport R0009, Beekbergen.

Scholtens, R., 1993. NH₃-converter + NO_x-analyser. In: E.N.J. Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.

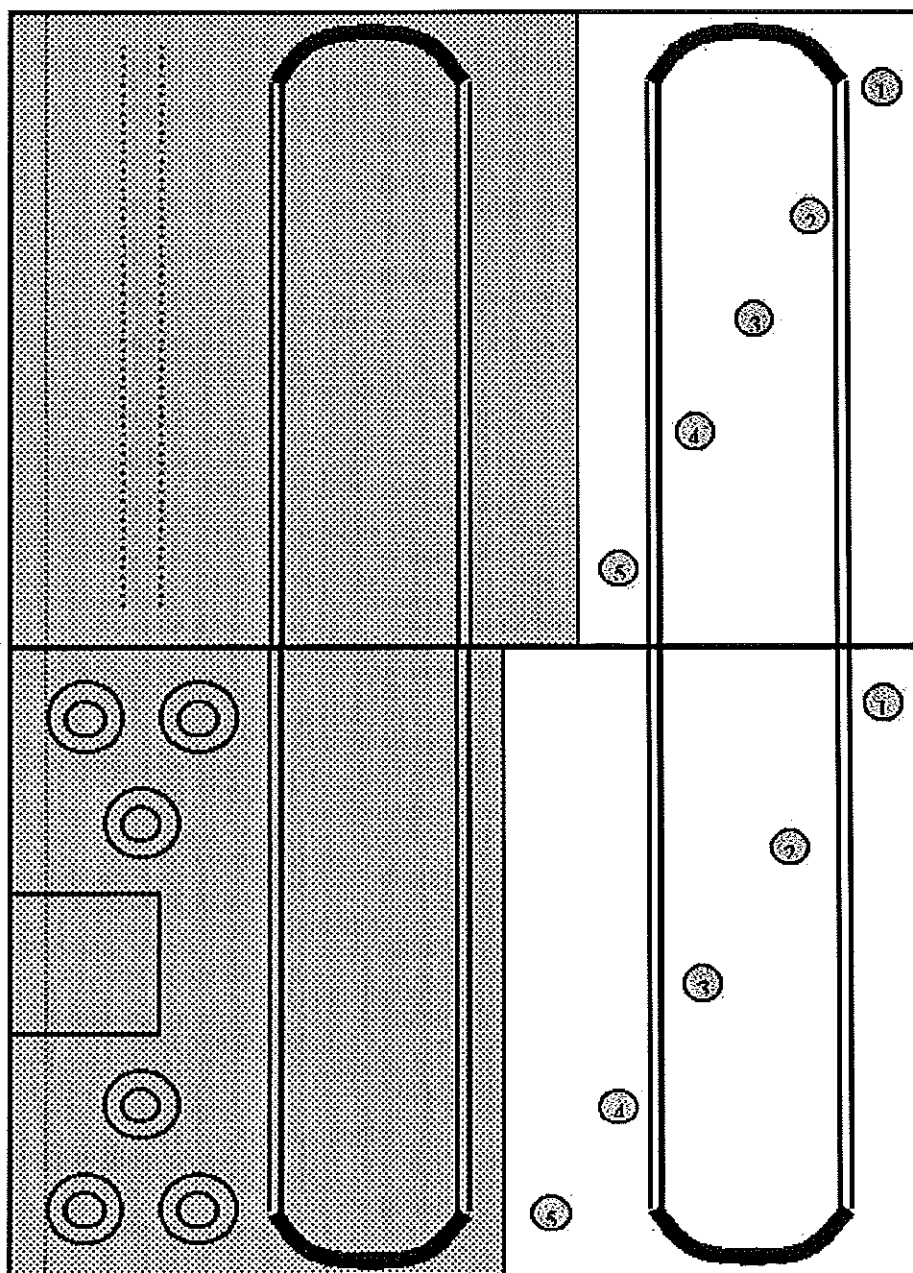
Waest, R.C., M.J. Astle and W.H. Beyer, 1986. Handbook of chemistry and physics, 67th Edition. Florida, CRC Press Inc.

Bijlage 1 Dwarsdoorsnede van de afdelingen met de extra leefvloer



o : buizen voor de beluchting van strooisel- en roostermest

Bijlage 2 Plaatsen van strooiselmonstername en van meting strooisellaagdikte



=ronddrinkers



= monsternameplaats



=drinknippellijn



= rooster



=voerlijn



=voerhopper

Bijlage 3 Meetprincipe en kalibratieresultaten

Meetprincipe

De ammoniakconcentratie hebben we continu gemeten met een NO_x-monitor (Monitor Labs nitrogen oxydes analyzer, model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentiereactie tussen ozon (O₃) en NO. Bij deze reactie komt NO₂, zuurstof (O₂) en licht vrij:



De stroom lichtdeeltjes is evenredig met de NO-concentratie van de aangezogen lucht.

Om NH₃ te kunnen meten moet een convertor dit eerst omzetten tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een stoffilter waarna de stroom verhit wordt tot circa 775°C. Bij deze temperatuur wordt NH₃ aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamapunt gemonteerd om het transport van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condensvorming in de slangen te voorkomen waren alle slangen verwarmd met een verwarmingslint en omwikkeld met isolatiemateriaal.

Voor het meten van NO₂-concentraties kan een molybdeenconvertor worden toegepast. In deze convertor wordt NO₂ vrijwel voor 100% omgezet naar NO door oxidatie van NO₂ op molybdeen bij circa 325°C. Een molybdeenconvertor kan noodzakelijk zijn als, door transport in zeer lange leidingen, NO wordt omgezet in NO₂. Tijdens testmetingen met een slang van 350 m is geen verschil gemeten in NO-concentraties voor en na transport (Bleijenberg, R en Ploegaert, J.P.M.). Gedurende dit onderzoek werd geen gebruik gemaakt van een molybdeenconvertor in de monitor. Onder de gegeven meetomstandigheden vond tijdens het transport van lucht van de NH₃-convertor naar de NO_x-monitor geen aantoonbare omzetting plaats van NO in NO₂.

Kalibratieresultaten

Tijdens de zomerperiode bedroeg de absolute afwijking tijdens de kalibratie gemiddeld 4,8%, tijdens de winterperiode gemiddeld 2,2%.

Bijlage 4 Omzettingspercentages convertors en kalibratieresultaten meetventilatoren

Omzettingspercentages convertors

In onderstaande tabel staat per meetpunt het gemiddelde omzettingspercentage van de convertors bij aanbieding van 10 en 30 ppm NH₃. We hebben de gemiddelde omzetting voor en na de meetperiode berekend.

Deze waarden werden gebruikt voor de correctie van de ammoniakconcentraties.

Meetperiode	Omzettingspercentage (%)
Hoofdafdeling 1	85
Hoofdafdeling 2	93
Hoofdafdeling 3	95
Hoofdafdeling 4	95

Kalibratieresultaten meetventilatoren

Gebruikte formules voor berekening ventilatiedebiet:

Hoofdafdeling 1: niet beschikbaar

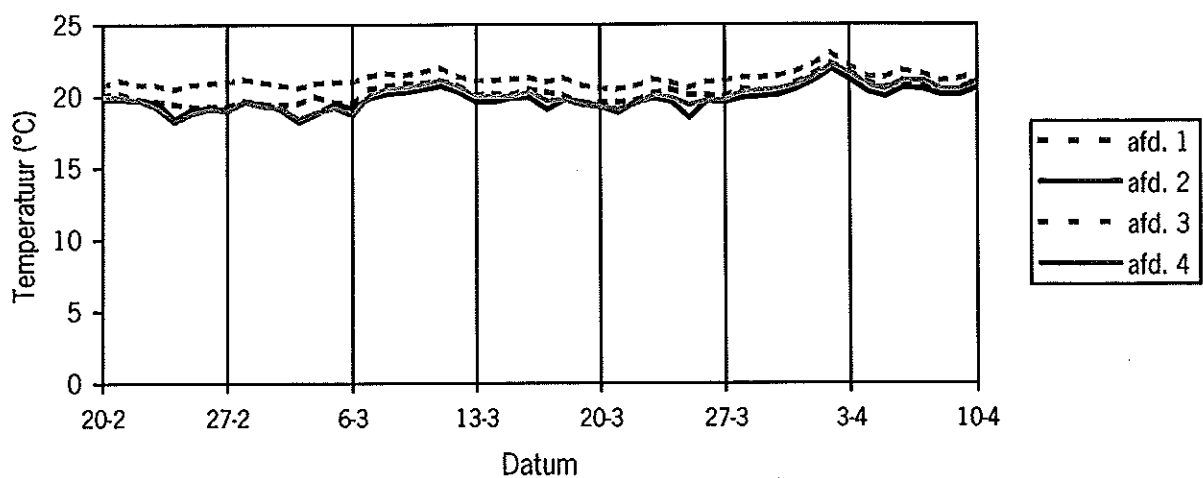
Hoofdafdeling 2: niet beschikbaar

Hoofdafdeling 3: $((\text{aantal pulsen/uur} \times 10 \times 7,95) / \text{aantal waarnemingen per uur}) + 276$

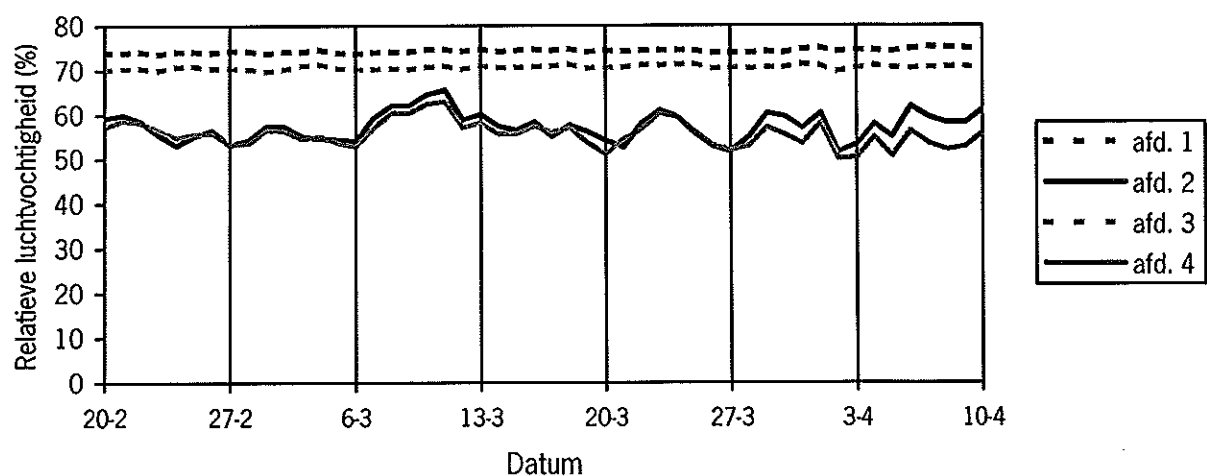
Hoofdafdeling 4: $((\text{aantal pulsen/uur} \times 10 \times 7,95) / \text{aantal waarnemingen per uur}) + 276$

Bijlage 5 Daggemiddelden temperatuur en RV van de stallucht

Daggemiddelden temperatuur stallucht per hoofdafdeling

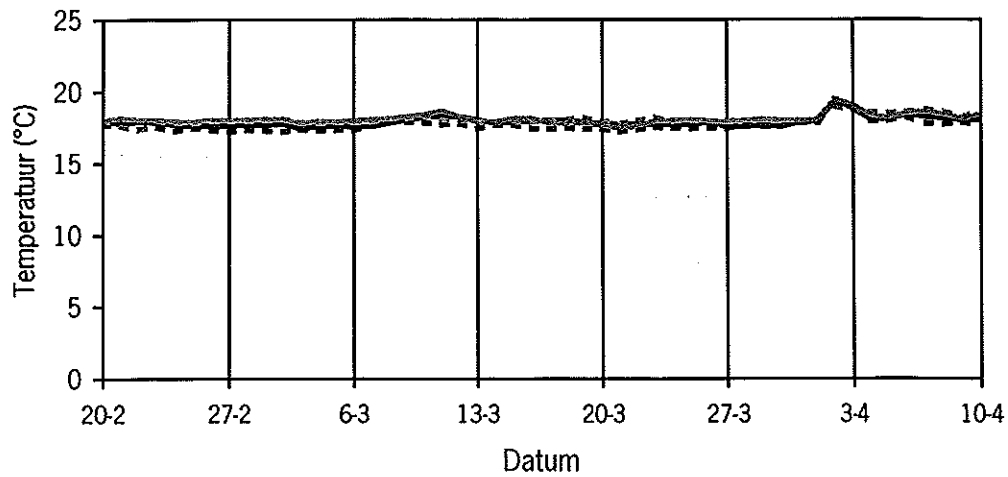


Daggemiddelden relatieve luchtvochtigheid stallucht per hoofdafdeling

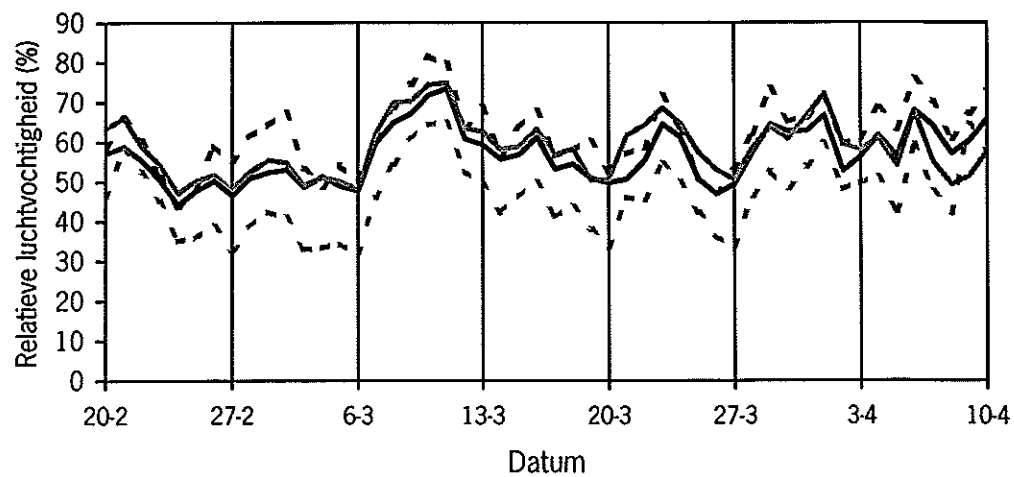


Bijlage 6 Daggemiddelden temperatuur en RV van de drooglucht

Daggemiddelden temperatuur drooglucht per hoofdafdeling

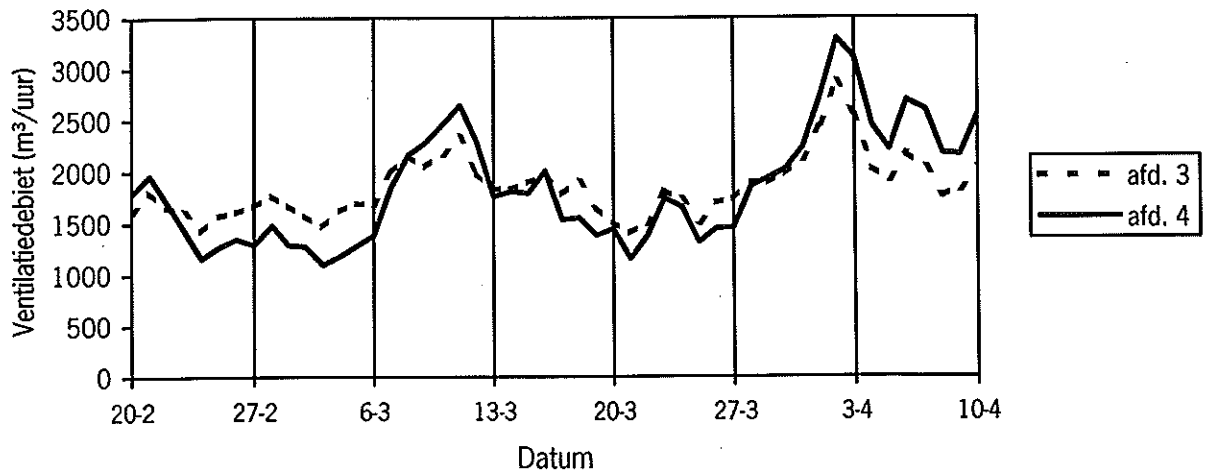


Daggemiddelden relatieve luchtvochtigheid drooglucht per hoofdafdeling

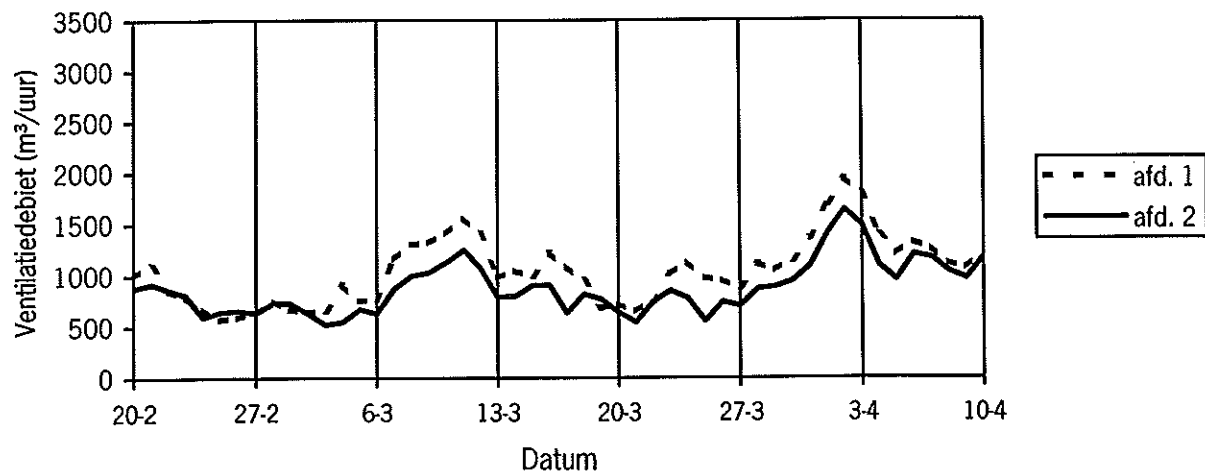


Bijlage 7 Daggemiddelden ventilatiedebiet

Gemiddeld ventilatiedebiet bij traditionele grondhuisvesting

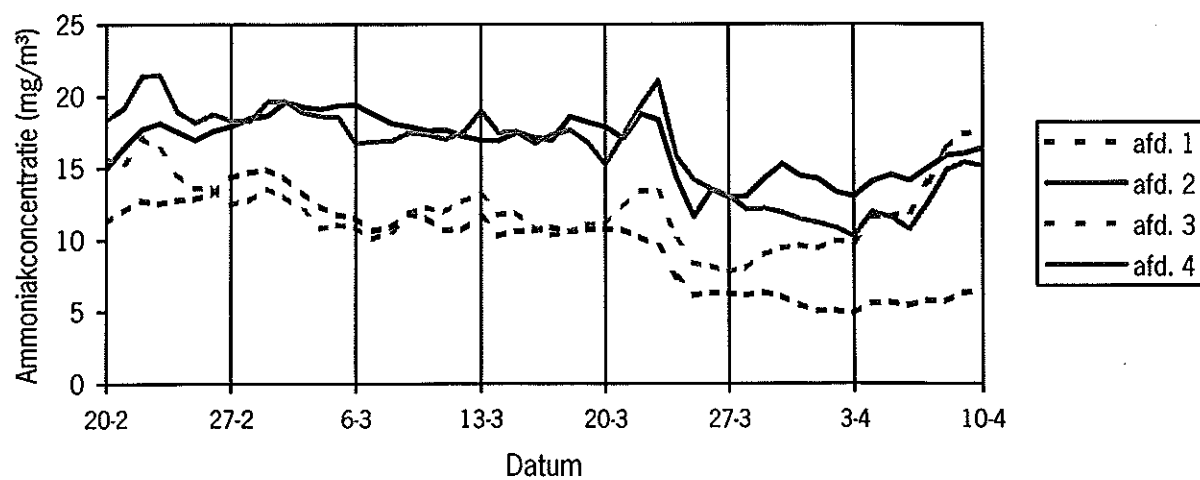


Gemiddeld ventilatiedebiet bij extra leefvloer



Bijlage 8 Daggemiddelden ammoniakconcentratie

Daggemiddelden ammoniakconcentratie uitgaande lucht per hoofdafdeling



Bijlage 9 Ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per instelling van de strooiselbeluchting

		Grondhuisvesting		Extra leefvloer	
		Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting	Zonder strooisel-beluchting	Met strooisel-beluchting
Hoofdafdeling		4	3	2	1
Gemiddelde ammoniakconcentratie (mg/m ³)	Continue beluchten	17,3	11,6		
	Intermitterend beluchten	14,8	11,4		
	Alleen blazen			16,4	9,2
	Circuleren en filteren			17,5	11,8
Gemiddelde ammoniakemissie (g/dag)	Continue beluchten	678	496		
	Intermitterend beluchten	679	520		
	Alleen blazen			308	216
	Circuleren en filteren			337	255
Gemiddelde ammoniakemissie (g/dag/dier)	Continue beluchten	0,89	0,65		
	Intermitterend beluchten	0,89	0,68		
	Alleen blazen			0,40	0,28
	Circuleren en filteren			0,44	0,33