

# Het drogen van pluimveemest in een droogtunnel en het effect hiervan op de ammoniakemissie

*The drying of poultry manure in a  
drying tunnel and the effect on  
ammonia emission*

Ir. T.G.M. Demmers  
M.G. Hissink  
Ing. G.H. Uenk

imag-dlo



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Demmers, T.G.M.

Het drogen van pluimveemest in een droogtunnel en het effect hiervan op de ammoniakemissie / T.G.M. Demmers, M.G. Hissink, G.H. Uenk. – Wageningen : DLO-Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. – Ill. – Rapport 92-6

Met lit. opg. – Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-024-7

NUGI 849

Trefw.: mest ; pluimvee / ammoniakemissie.

© 1992

IMAG-DLO

Postbus 43 – 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

# Voorwoord

In het kader van het Raamplan Onderzoekprogramma Preventie, Bestrijding en Meting van  $\text{NH}_3$ -emissies wordt, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het landbouwbedrijfsleven, in het proefgebied Oisterwijk-Moergestel het zogenaamde PRaktijk OnderzoekPROject (PROPRO) uitgevoerd.

Het project wordt gefinancierd door het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniak-onderzoek (FOMA). Heidemij Adviesburo B.V. treedt op als projectcoördinator.

Het doel van PROPRO is om, op praktijkbedrijven, ammoniakemissiebeperkende technieken en systemen te demonstreren en te toetsen op technische en economische inpasbaarheid.

In dit deelproject staat het technisch functioneren van een droogtunnel voor het drogen van pluimveemest in relatie tot de ammoniakemissie centraal. De looptijd van dit deelproject is twee jaar. In dit rapport worden de resultaten van het eerste onderzoekjaar beschreven.

Ir. A.A. Jongebreur  
directeur

# Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>3</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Materiaal en methode</b> .....	<b>7</b>
2.1 Specificaties van de droogtunnel .....	7
2.2 Meetprogramma .....	8
<b>3 Resultaten</b> .....	<b>11</b>
<b>4 Discussie</b> .....	<b>16</b>
<b>5 Conclusies</b> .....	<b>19</b>
<b>6 Aanbeveling voor het vervolgonderzoek</b> .....	<b>20</b>
<b>Summary</b> .....	<b>21</b>
<b>Literatuur</b> .....	<b>22</b>

# Samenvatting

Op praktijkschaal is onderzoek uitgevoerd naar het effect op de ammoniakemissie van het zo snel mogelijk vergaand drogen van pluimveemest in een droogtunnel tot minimaal 70% droge stof.

Aangezien de microbiologische omzetting van urinezuur naar ureum langzaam verloopt, is er tijd beschikbaar om de mest te drogen en zo de vorming van ureum en dus ammoniak te voorkomen.

In de onderzochte droogtunnel bleek het mogelijk de pluimveemest met in de stal voorverwarmde lucht en het maximaal beschikbare luchtdebiet ( $2 \text{ m}^3/\text{kip} \cdot \text{uur}$ ) te drogen tot 70% droge stof. Bij slechte weersomstandigheden is bijverwarming van de stal noodzakelijk om handhaving van het maximale luchtdebiet door de droogtunnel mogelijk te maken.

De ammoniakemissie uit de tunnel kan worden vergeleken met de emissiefactor voor de opslag van, door middel van mestbandbeluchting, gedroogde pluimveemest ( $50 \text{ g N}/\text{kip} \cdot \text{jaar}$ ). Als gevolg van diverse technische gebreken aan de droogtunnel lag de ammoniakemissie in eerste instantie aanmerkelijk hoger dan deze emissiefactor. Na aanpassing van de installatie bleek een reductie van de emissie tot  $21 \text{ g N}/\text{kip} \cdot \text{jaar}$  mogelijk. Verdere reductie tot  $7 \text{ g N}/\text{kip} \cdot \text{jaar}$  bleek mogelijk door de tijd tussen de produktie en de opslag van gedroogde mest te verkorten van 74 tot 50 uur. Hiertoe werd de mest tweemaal in plaats van eenmaal per dag uit de stal verwijderd.

De droogtunnel bleek een negatief effect op de geuremissie te hebben. De geuremissie nam met ca. 50% toe.

De stofuitstoot uit de tunnel daalde met ca. 70% ten opzichte van die naar de tunnel. Dit is een gevolg van de lage luchtsnelheden in de tunnel en het invangen van het stof in de drogende pluimveemest.

# 1 Inleiding

Het werkingsprincipe van een droogtunnel berust op de theorie dat, door pluimveemest snel en vergaand te drogen, de microbiologische processen worden geremd [Groot Koerkamp, 1990; Kroodsma, 1989].

In runder- en varkensmest komt vrijwel direct na de produktie, de vorming op gang van ammoniak uit ureum en vervolgens de emissie van ammoniak uit de mest. In pluimveemest wordt eerst het urinezuur naar ureum en vervolgens naar ammoniak omgezet, voordat er ammoniak uit de mest kan vervluchtigen. De omzetting van urinezuur naar ureum verloopt relatief langzaam [Kroodsma, 1989].

Het snel drogen van de pluimveemest tot een niveau waarbij het drogestofgehalte hoog genoeg is om de microbiologische activiteit te remmen, heeft tot gevolg dat er een geringe omzetting naar ureum plaatsvindt. Hierdoor komt er weinig ammoniak beschikbaar voor vervluchtiging en kan de ammoniakemissie tijdens de opslag tot een minimum worden gereduceerd.

De ammoniakemissie uit de stal wordt door het drogen van de mest in de droogtunnel nauwelijks beïnvloed, omdat de mestbehandeling in de stal gelijk blijft. Om tot een reductie van de ammoniakemissie te komen, moet de emissie uit de tunnel plus die uit de 'droge pluimveemest' minder zijn dan de emissie uit de opslag van 'natte' pluimveemest. De huidige emissiefactor voor een mestbandbatterij met geforceerde mestbanddroging is 35 g NH<sub>3</sub>/kip·jaar voor de stal, plus 50 g NH<sub>3</sub>/kip·jaar voor de langdurige opslag van de mest onder een afdak (Anonymus, 1991).

Uit oriënterend onderzoek naar de emissie van 'droge' pluimveemest (Kroodsma, 1992) is gebleken, dat gedurende de eerste dagen van opslag nog sprake is van enige ammoniakemissie. Daarna is deze tot een minimum gereduceerd. In een batch-experiment is gedroogde pluimveemest (77% ds) opgeslagen in een container. Door de mest werd gedurende 18 dagen een geringe hoeveelheid lucht geleid. In deze periode vervluchtigde in totaal slechts 0,4 g NH<sub>3</sub> per kg aangevoerde mest. Omgerekend komt dit op 0,33 g NH<sub>3</sub>/kip·jaar. Uit pluimveemest met een drogestofgehalte van 54% vervluchtigde 5 g NH<sub>3</sub>/kg aangevoerde mest. Dit komt overeen met 120 g NH<sub>3</sub>/kip·jaar. Duidelijk is dat als de mest niet voldoende is gedroogd, de emissie uit de opslag explosief toeneemt. Indien de mest tot meer dan 70% droge stof wordt gedroogd, is de emissie uit de mestopslag te verwaarlozen.

Dit praktijkonderzoek moet antwoord geven op de volgende vragen:

- binnen hoeveel tijd moet de mest gedroogd worden om de ammoniakemissie tijdens het droogproces laag te houden?
- kan de mest tot 70% droge stof gedroogd worden, zodat de ammoniakemissie – als gevolg van broei – tijdens de opslag wordt voorkomen?

## 2 Materiaal en methode

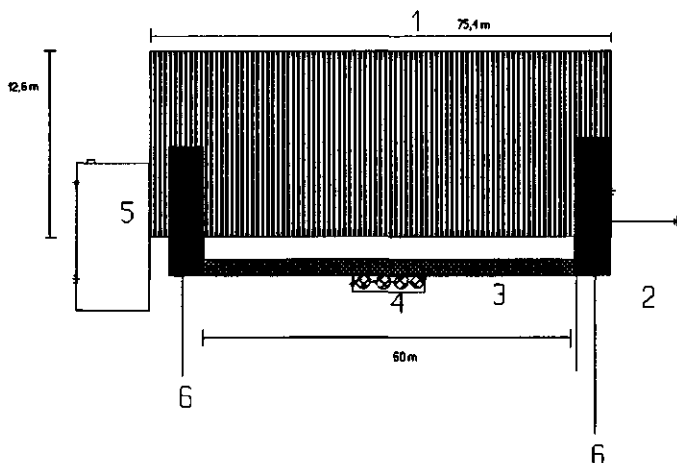
### 2.1 Specificaties van de droogtunnel

De droogtunnel is geleverd door Farmer Automatic en is geplaatst op het bedrijf van de heer Van Baast te Oirschot. Op dit bedrijf zijn 33.000 leghennen aanwezig. Deze zijn gehuisvest in legbatterijen met mestbanden eronder. De mogelijkheid om de mest op de banden in de stal geforceerd te drogen is aanwezig, maar is het eerste jaar niet benut. Tevens kan de stal door middel van gaskachels worden verwarmd.

In de droogtunnel wordt de mest met stallucht gedroogd. Deze lucht wordt niet bijverwarmd. De droogtunnel was oorspronkelijk uitgerust met vier ventilatoren met een gezamenlijke capaciteit van 40.000 m<sup>3</sup>/h, gedurende de proef zijn nieuwe ventilatoren geïnstalleerd (maximum capaciteit 60.000 m<sup>3</sup>/h). Twee ventilatoren draaien continu. De overige twee ventilatoren worden één voor één ingeschakeld als de temperatuur in de stal boven de 21 °C stijgt. Indien het maximale luchtdebiet door de droogtunnel onvoldoende is om een temperatuurstijging in de stal te voorkomen, wordt ook via de nok geventileerd (natuurlijke ventilatie).

In de tunnel bevinden zich 10 banden van 60 meter lengte en 1,25 meter breedte, waarover de mest wordt getransporteerd, 6 hakselaars waarmee de mest wordt verkruid en een aantal luchtgeleidingskleppen, waardoor de lucht, die over de banden wordt gezogen, zich turbulenter gedraagt. Een turbulente luchtstroom is van belang voor een optimale droging van de mest.

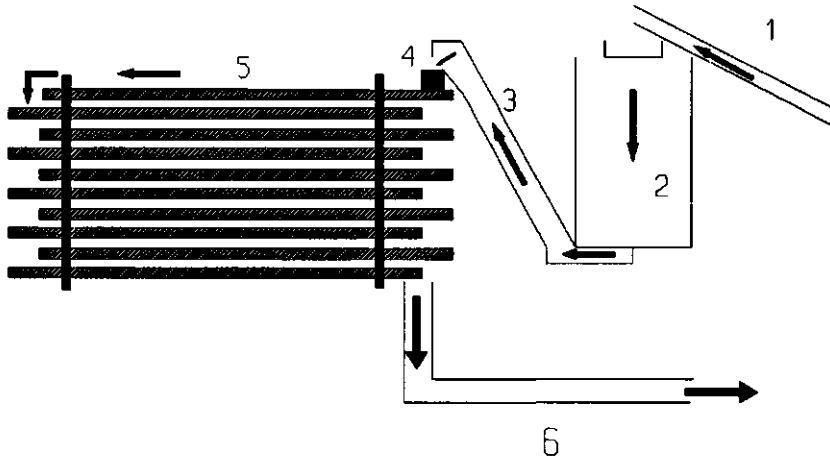
De mestproductie van 24 uur wordt van de mestbanden onder de legbatterijen, via transportbanden, in een tussenopslag verzameld. Deze mest wordt in de loop van de volgende 24 uur uit de silo (tussenopslag) met een vijzel op de banden in de droogtunnel gedraaid. Per cyclus van drie uur draaien deze banden twee keer 20 minuten en één keer 10 minuten. De totale verblijftijd van de mest in de tunnel is ca. 28 uur.



**Figuur 1** Plattegrond van het pluimveebedrijf inclusief de droogtunnel. 1: stal, 2: 'open' mestopslag, 3: droogtunnel, 4: ventilatoren, 5: sorteerruimte voor eieren, 6: luchtinlaat.

**Figure 1** Layout of poultry unit with drying tunnel. 1: poultry house, 2: 'open' manure storage, 3: drying tunnel, 4: fans, 5: egg-grading department, 6: air inlet.

In figuur 1 is een situatieschets gegeven van het bedrijf inclusief de droogtunnel. In figuur 2 is een vooraanzicht van de droogtunnel gegeven.



**Figuur 2** Vooraanzicht van de droogtunnel. 1: aanvoer 'verse' mest, 2: tussenopslag, 3: aanvoer-  
vijzel, 4: verdeeltrommel, 5: transportbanden in droogtunnel, 6: afvoer naar opslag.

**Figure 2** Front view of drying tunnel. 1: supply of 'fresh' droppings, 2: intermediate storage,  
3: feed screw, 4: drum-type distributor, 5: conveyor belts in drying tunnel, 6: discharge to storage.

## 2.2 Meetprogramma

Gedurende de laatste 11 maanden van de legronde zijn, verdeeld over 9 perioden van 1 à 2 weken, metingen verricht (zie tabel 1).

**Tabel 1** Data van de meetperioden en de wijzigingen in de bedrijfsvoering.

**Table 1** Data of the measuring periods and adaptations in manure management.

Periode	Datum	Bijzonderheden
1	22.02.91 - 05.03.91	
2	19.03.91 - 01.04.91	geen gegevens beschikbaar
3	30.05.91 - 07.06.91	nieuwe tussenopslag geplaatst
4	27.06.91 - 09.07.91	
5	30.07.91 - 07.08.91	nieuwe ventilatoren geplaatst
6	29.08.91 - 06.09.91	mest twee keer per dag afgedraaid
7a	26.09.91 - 14.10.91	mest twee keer per dag afgedraaid
b		mest één keer per dag afgedraaid
8a	23.10.91 - 07.11.91	mest één keer per dag afgedraaid
b		mest twee keer per dag afgedraaid
9a	26.11.91 - 11.12.91	mest één keer per dag afgedraaid
b		mest twee keer per dag afgedraaid

Aan het begin van periode 2 is de tussenopslag defect geraakt. De mest kon niet meer in



de droogtunnel worden gebracht. De metingen zijn daarna afgebroken en bij de resultaten buiten beschouwing gelaten.

Per periode werden de volgende metingen uitgevoerd.

- Gedurende één week werden van de in- en uitgaande ventilatielucht van de tunnel de  $\text{NH}_3$ -concentratie en het debiet continu geregistreerd.
- Tweemaal werden van de mest die de tunnel in- en uitgang monsters genomen en geanalyseerd op drogestof- en asgehalte.
- Tweemaal werden van mest op de banden in de stal verzamelmonsters genomen en geanalyseerd op drogestof- en asgehalte, ammoniumstikstof, organisch gebonden stikstof, fosfaat, kali en pH.
- Eenmaal werden van de tunnel in- en uitgaande lucht geurmonsters genomen en beoordeeld door een geurpanel.
- Tweemaal werden van de tunnel in- en uitgaande lucht stofmonsters genomen en gewogen.

Het monsterpunt voor de ingaande lucht bevond zich in de luchtinlaat net vóór de droogtunnel; dat voor de uitgaande lucht bevond zich direct onder de ventilatoren. De methode is beschreven door Scholtens (1990). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

De  $\text{NH}_3$ -concentratie van de in- en uitgaande lucht van de tunnel werd continu gemeten door middel van een ammoniakmonitor (MONITOR LABS  $\text{NO}_x$  +  $\text{NH}_3$ -convector Model 8840). De meetpunten bevonden zich in de luchtinlaat (stallucht) en in de ventilatieruimte (lucht die werd afgevoerd uit de tunnel). Via een pomp van de monitor werd bij het monsterpunt ca. 0,5 liter lucht per minuut aangezogen. Dit monster werd via een convector door een verwarmde teflonleiding naar de monitor geleid. Het verwarmen van de transportleiding (80 °C) dient ter voorkoming van condensvorming.

Het meetprincipe van de monitor berust op de chemoluminescentiereactie van NO met ozon.

Hiervoor moeten de te meten stikstofverbindingen worden omgezet in NO (convector). De stralingsintensiteit die gemeten wordt is afhankelijk van de concentratie NO en dus van de  $\text{NH}_3$ -concentratie.

Het debiet werd gemeten door vier meetventilatoren van Multifan, type  $\varnothing$  63 cm. Deze ventilatoren waren in een windtunnel (IMAG-DLO) geïjkt. Met behulp van het afgegeven aantal pulsen werd aan de hand van de volgende formule het debiet berekend:

$$\text{debiet (m}^3/\text{h)} = 841,9 + 57,4 * \text{pulsen (pulsen/10s)}$$

Van de in- en uitgaande lucht van de tunnel en de buitenlucht werden de temperatuur en de luchtvochtigheid gemeten. Dit gebeurde met een ROTRONIC Hygrometer van de L-100 serie.

Alle bovenstaande gegevens (concentratie, debiet, temperatuur en luchtvochtigheid) werden als halfuursgemiddelden door middel van een datalogger opgeslagen op geheugenkaarten. Uit de halfuursgemiddelden van het ventilatiedebiet en de ammoniakconcentratie werd de emissie van de stal naar de droogtunnel en die uit de droogtunnel berekend. De totale stalemissie is niet bekend, omdat de emissie via natuurlijke ventilatie

(nok) niet is gemeten. De emissie uit de droogtunnel is de emissie uit de tunnel minus die naar de tunnel. Uit deze halfuursgemiddelden werd de gemiddelde ammoniakemissie per kip per jaar berekend.

De analyses van de mest werden uitgevoerd in het laboratorium van het IMAG-DLO te Wageningen volgens onderstaande normen of methoden:

- De drogestof- en anorganische stofbepaling volgens NEN 6620.
- De stikstofbepaling volgens Kjeldahl, NEN 6481.
- De ammoniumbepaling volgens NEN 3235 4.1.
- De kaliumbepaling vond vlamfotometrisch plaats uit de gloeirest via de methode van A. Cottenie, Rijksuniversiteit Gent.
- De fosfaatbepaling volgens NEN-norm 6479.
- De pH-bepaling werd bij drogere mest (> 15% ds) in 1 deel mest en 2 delen gedemineraliseerd water rechtstreeks gemeten.

Om de hoeveelheid geproduceerde mest te bepalen, werd elke periode een afdraaioproef uitgevoerd, waarbij een deel van een mestband onder een legbatterij werd afgedraaid. Deze mest werd opgevangen in een kunststofbak, waarna het gewicht bepaald werd. Vervolgens werd het aantal kippen boven het afgedraaide deel van de mestband geteld. Aan de hand van het drogestofgehalte en het uitvalspercentage werd de mestproductie per kip bepaald.

Ten behoeve van de geurmetingen werd er in duplo een monster genomen van de lucht die de tunnel ingaat (stallucht) en van de lucht die de tunnel uitgaat.

De bemonstering werd uitgevoerd met behulp van een Metal Bellows pomp (MB-158-e) die gekoppeld is aan een FEP-teflonleiding. Voor opslag van de luchtmonsters werd gebruik gemaakt FEP-teflonzakken met een inhoud van ca. 60 l.

In verband met de houdbaarheid werden deze luchtmonsters binnen 24 uur geanalyseerd in het geurlaboratorium van het IMAG-DLO.

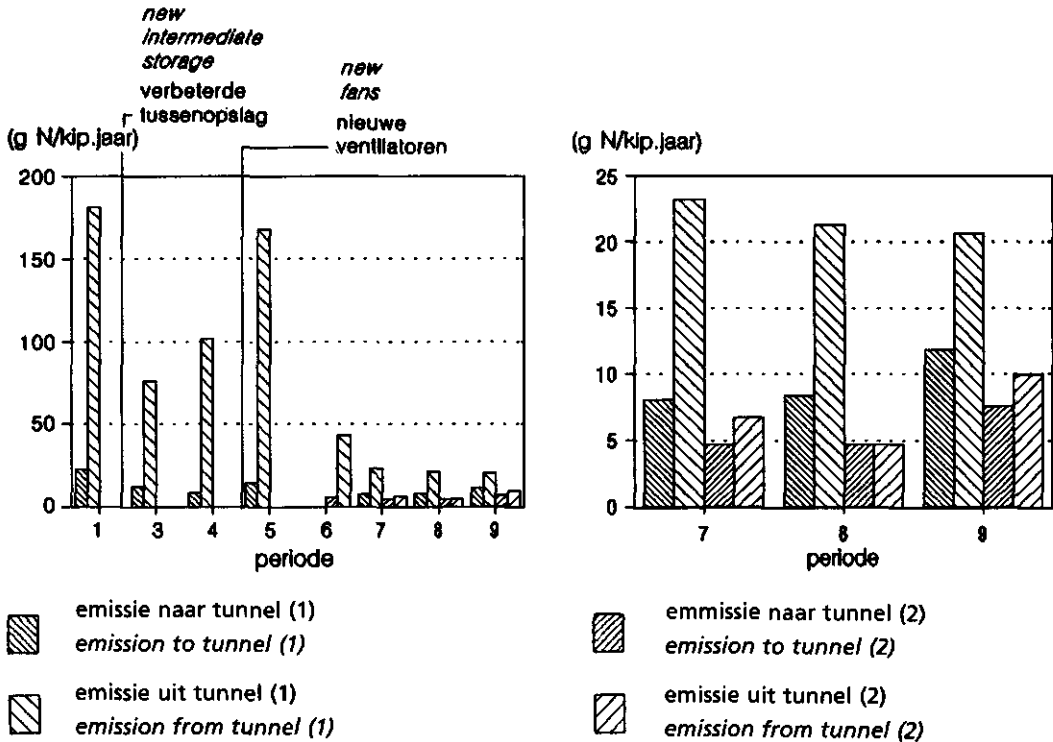
De analyse van de monsters werd grotendeels uitgevoerd volgens de thans geldende voorschriften voor sensorisch onderzoek met behulp van een olfactometer [Nederlandse Voornorm 2820, 1991].

Voor de berekening van de geuremissie werd de verkregen geurdrempel vermenigvuldigd met het ventilatiedebiet tijdens de monsternames.

Voor de stofmonstername werd met behulp van een pomp 1 m<sup>3</sup> lucht door een filter gezogen (type PTFE-filter 5-6 micron, diameter 50 mm en dikte 0,1 mm). Van zowel ingaande als uitgaande lucht van de tunnel werd tweemaal een monster genomen. De filters werden ca. 4 uur gedroogd. Daarna werden ze gedurende ca. een half uur afgekoeld in een excicator en gewogen. Het uiteindelijke stofgehalte is berekend als het gemiddelde van deze twee waarden.

### 3 Resultaten

De berekende ammoniakemissie is in figuur 3 weergegeven. Gedurende periode 1 t/m 7 was in de stal ook natuurlijke ventilatie via de luchtkleppen in de nok mogelijk. In periode 8 en 9 was dat niet mogelijk, omdat deze luchtkleppen waren afgesloten. Derhalve zal de werkelijke ammoniakemissie uit de stal gedurende de eerste 7 perioden hoger zijn dan in figuur 3 is aangegeven. De emissie uit de tunnel is gedefinieerd als de emissie uit de tunnel minus die naar de tunnel.



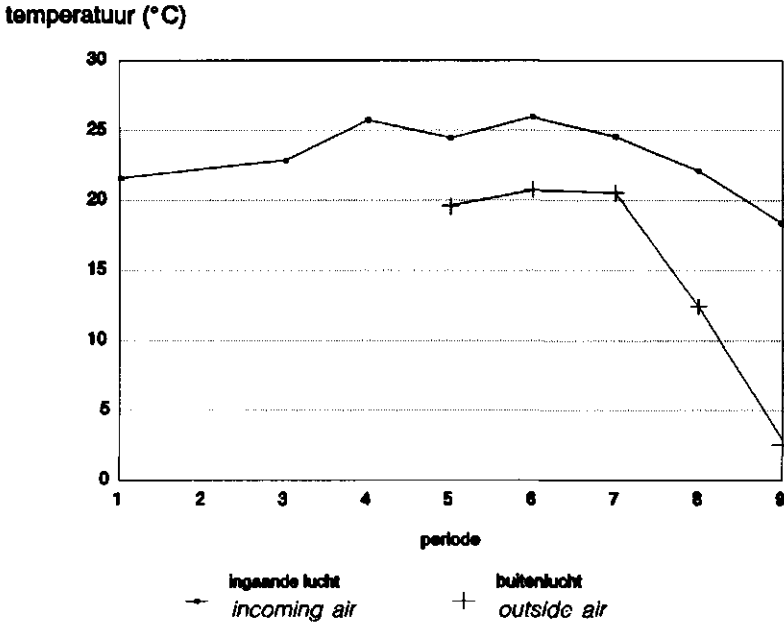
**Figuur 3** Ammoniakemissie naar de tunnel en uit de tunnel voor de periode 1 t/m 9, exclusief periode 2, bij één keer per dag (1) en twee keer per dag (2) afdraaien van de mest op de banden in de stal naar de tussenopslag. De ammoniakemissie naar de tunnel en uit de tunnel voor periode 7 t/m 9 is met een andere schaal nogmaals weergegeven.

**Figure 3** Left: Ammonia emission to the tunnel and from the tunnel for period 1 to 9, without period 2, with once daily removing (1) and twice daily removing (2) of droppings from belts in the house towards the intermediate storage.

Right: Ammonia emission to the tunnel and from the tunnel for period 7 to 9, shown on a different scale.

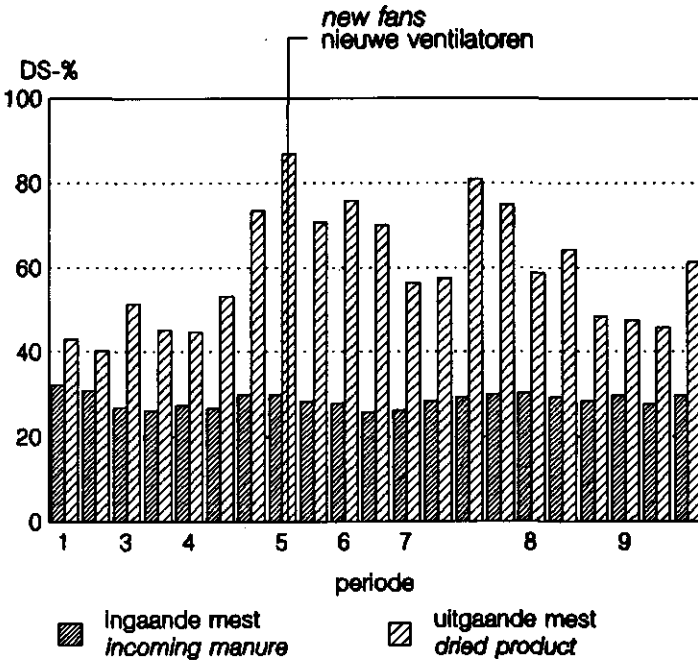
De ammoniakemissie vertoont een sterke daling na periode 5. Dit is grotendeels het gevolg van technische verbeteringen aan de installatie. Daarnaast heeft het tweemaal per dag uit de stal afvoeren van de mest naar de tussenopslag een positief effect op de emissie uit zowel de stal als de droogtunnel.

In figuur 4 zijn de temperatuur van de buitenlucht en van de droogtunnel ingaande lucht per periode weergegeven.



Figuur 4 Gemiddelde temperatuur van de droogtunnel ingaande lucht en van de buitenlucht per periode.

Figure 4 Average temperature of incoming air in tunnel and outside air per period.



Figuur 5 Drogestofpercentages van de kippemest die de droogtunnel in en uit gaat per periode.

Figure 5 Dry matter percentage of poultry manure entering and leaving drying tunnel per period.

De buitentemperatuur heeft een duidelijke invloed gehad op de temperatuur van de droogtunnel ingaande lucht. Vooral in de laatste perioden daalde de temperatuur in de tunnel tot onder de 20 °C, terwijl de leverancier voor een goede werking een minimumtemperatuur van 20 °C eist.

In figuur 5 worden de drogestofpercentages weergegeven van de mest die de droogtunnel in en uit gaat. Het blijkt dat bij een hoge buitentemperatuur (periode 5, 6 en 7) de mest goed kan worden gedroogd. In de daaropvolgende perioden met afnemende temperaturen wordt de mest onvoldoende gedroogd.

De analyseresultaten, weergegeven in tabel 2, zijn afkomstig van monsters van één van de mestbanden uit de stal (onder de legbatterijen). In tabel 3 staan de analyseresultaten berekend op basis van het drogestofgehalte van deze monsters.

**Tabel 2** Samenstelling van de mest op de mestbanden onder de legbatterijen in de verschillende perioden.

*Table 2 Composition of droppings on belts below laying batteries per period.*

Periode	ds (%)	as (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (g N/kg)	N-totaal (g N/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/kg)	K <sub>2</sub> O (g/kg)	pH
1	32,2	27,6	4,2	15,6	15,5	19,1	7,2
3	25,8	23,2	1,9	11,6	11,2	12,1	6,9
4	28,3	19,0	1,4	16,8	10,3	12,5	6,4
5	29,8	23,3	1,8	14,0	11,7	14,4	6,4
6	26,3	24,7	1,6	15,0	12,3	15,7	6,3
7	29,6	25,2	1,5	17,0	10,8	16,1	6,8
8	30,8	24,9	1,5	15,6	12,9	15,6	7,0
9	27,9	25,9	1,5	15,6	10,0	14,5	6,8

**Tabel 3** Samenstelling van de mest op de mestbanden onder de legbatterijen op basis van de droge stof per periode.

*Table 3 Composition of droppings on belts below laying batteries based on dry matter content per period.*

Periode	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (g N/kg ds)	N-totaal (g N/kg ds)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/kg ds)	K <sub>2</sub> O (g/kg ds)
1	12,8	48,3	48,0	59,5
3	7,3	45,0	43,6	47,0
4	4,9	59,0	36,3	44,1
5	6,0	48,3	39,1	48,4
6	6,2	57,0	46,8	60,0
7	5,0	57,4	36,5	54,5
8	4,7	50,6	41,9	50,9
9	5,4	55,9	35,9	51,8

De samenstelling van de geproduceerde mest is redelijk constant. Alleen de eerste periode wijkt sterk af. Het gehalte aan ammonium is in combinatie met de pH van belang voor de ammoniakemissie. De gehalten aan fosfaat en kali dienen als referentie.

Tijdens de monsternamen is ook een bepaald deel van de mestband afgedraaid. Uit het gewicht van de opgevangen mest en het bekende aantal kippen, dat boven dit deel van de mestband is gehuisvest, is de mestproduktie per kip berekend. Om deze afdraai-proeven onderling te kunnen vergelijken, is de mestproduktie teruggerekend naar een drogestofgehalte van 20%. De resultaten van deze metingen ('afdraai-proeven') staan in tabel 4.

Een goede norm voor de mestproduktie is ca. 150 g/dier · dag (bij 20% droge stof). De mestproduktie op dit bedrijf komt redelijk met deze norm overeen. De toename in de mestproduktie is een gevolg van de leeftijd van de kippen.

Tabel 4 Mestproduktie omgerekend naar 20% droge stof op basis van de resultaten van de 'afdraai-proeven' weergegeven per periode.

Table 4 Manure production converted to 20% dry matter content based on results of removing tests expressed per period.

Periode	Mestproduktie (g/kip · dag) (20% ds)
3	147
4	143
5	152
7	176
8	182
9	197

De resultaten van de geurmonsternamen van lucht die de droogtunnel in en uit gaat, zijn weergegeven in tabel 5. Op basis van de omrekeningsfactor voor legkippen in een batterij met dagelijkse mestafvoer (60 dieren/mestvarkenseenheid) [Anonymus, 1984] en het aantal geureenheden per mestvarkenseenheid (3,5 GE/m.v.e.) [Nederlandse voornorm 2820, 1991] is de geuremissie van een stal  $6,9 \cdot 10^6$  GE/h. De geuremissie van de stal naar de tunnel is in alle gevallen hoger dan de aangegeven norm, terwijl in de zomermaanden de emissie nog hoger zal zijn als gevolg van de niet meegerekende natuurlijk ventilatie.

**Tabel 5** Geuremissie naar de droogtunnel en uit de droogtunnel per periode.**Table 5** Odour emission to drying tunnel and from drying tunnel per period.

Periode	Geuremissie (10 <sup>6</sup> GE/h)	
	naar droogtunnel	uit droogtunnel
3	9,5	18,8
4	11,4	116,5
5	15,8	32,3
6	10,5	13,7
7	11,1	26,6
8	14,0	22,3
9	11,6	23,3

De resultaten van de stofmonstername van lucht die de droogtunnel in en uit gaat, zijn weergegeven in tabel 6. In tegenstelling tot de toename van de geuremissie als gevolg van het gebruik van de droogtunnel neemt de stofemissie behoorlijk af.

**Tabel 6** Stofuitstoot naar de droogtunnel en uit de droogtunnel per periode.**Table 6** Dust emission to drying tunnel and from drying tunnel per period.

Periode	Stofuitstoot (mg/m <sup>3</sup> )	
	naar droogtunnel	uit droogtunnel
3	1,9	0,8
3	0,5	0,3
4	1,7	0,4
4	2,3	0,7
5	1,0	0,7
5	1,2	0,3
6	1,5	0,8
6	1,9	0,3
7	2,0	0,4
7	1,6	0,4
8	1,9	0,3
8	1,4	0,4
9	2,5	0,6
9	2,1	0,3

## 4 Discussie

Voor de resultaten van de ammoniakemissiemetingen kan er een duidelijke tweedeling over het jaar worden gemaakt: het eerste deel is gemeten aan een installatie waaraan nog enkele technische tekortkomingen waren (periode 1 t/m 4) en het tweede deel is gemeten aan een technisch goed werkend systeem (periode 5 t/m 9).

De eerste metingen zijn uitgevoerd met ventilatoren die een maximale capaciteit hadden van ca. 40.000 m<sup>3</sup>/h, terwijl een capaciteit van ca. 60.000 m<sup>3</sup>/h nodig was. Er werd te weinig lucht over de banden in de droogtunnel gezogen om de mest goed te kunnen drogen. Gedurende de eerste metingen lag het drogestofgehalte van de mest daardoor onder de 50% (figuur 5).

Tevens functioneerde de tussenopslag van waaruit de mest op de banden gedoseerd werd niet goed. Deze opslag, waarin de mest van één dag verzameld werd, was uitgevoerd met een te licht lossysteem waardoor er veel problemen ontstonden met het transport van de mest vanuit de opslag naar de banden in de tunnel. Doordat mest in de tussenopslag achterbleef, werd een deel van de mest niet binnen 74 uur gedroogd en kon niet alle mest dagelijks uit de stal worden afgevoerd. Hierdoor hoopte zich mest op de mestbanden op en kon de microbiologische afbraak van urinezuur ongestoord plaatsvinden. Dit blijkt ook uit de hoge NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N-gehalten in de mest in periode 1 (tabel 3). Deze was hoger dan in de overige perioden. Van het gevormde ammonium was, voordat het van de mestbanden in de stal werd gedraaid, nog niet veel als ammoniak vervluchtigd, want het totaalstikstofgehalte was niet lager. Dit heeft bijgedragen aan de hoge ammoniakemissie uit de droogtunnel. De gemiddelde ammoniakemissie naar de tunnel kwam op 23 g N/kip·jaar en uit de tunnel op 182 g N/kip·jaar. De ammoniakemissie naar de tunnel ligt ruim onder de emissiefactor, maar die uit de tunnel is 4,5 maal zo hoog als de emissiefactor voor de opslag van geforceerd op de mestband gedroogde mest (figuur 3).

Nadat er een verbeterde tussenopslag was geplaatst, is er opnieuw gemeten (periode 3 en 4; met de oude ventilatoren). Door deze verbetering kon de mest dagelijks probleemloos vanuit de silo op de banden worden gedraaid.

Ten gevolge van het te lage ventilatiedebiet kon de mest, met uitzondering van de laatste meting, nog steeds niet voldoende worden gedroogd (figuur 5). Er wordt gestreefd naar een drogestofgehalte van minimaal 70%. Er is overigens wel enige verbetering ten opzichte van periode 1. Het ammoniumstikstofgehalte van de mest was bij een gelijkblijvend totaalstikstofgehalte aanmerkelijk verlaagd. De microbiologische omzetting van urinezuur naar ureum werd dus vertraagd.

De ammoniakemissie naar de tunnel, ca. 10 g N/kip·jaar (figuur 3), was sterk gedaald evenals de emissie uit de tunnel, ca. 83 g N/kip·jaar (gemiddelde van 2 metingen). Dit was echter nog steeds ca. tweemaal hoger dan de emissiefactor voor opslag.

Na deze drie metingen zijn nieuwe ventilatoren geplaatst, waarmee het vereiste debiet van ± 60.000 m<sup>3</sup>/h wel kon worden gehaald. De verwachting was dat, nu er meer lucht over de banden kon worden gezogen, de mest verder gedroogd zou worden en de emissie uit de tunnel zou dalen. De resultaten van de meting (figuur 3, periode 5) geven



echter een ander beeld. De emissie uit de tunnel was zelfs nog hoger dan bij vorige metingen. De emissie naar de tunnel, ca. 10 g N/kip·jaar, bleef gelijk. Die uit de tunnel, ca. 180 g N/kip·jaar, was vijfmaal hoger dan de emissiefactor voor opslag. Dit was tegen de verwachting in. Uit het drogestofgehalte van de mest blijkt dat de mest voldoende gedroogd werd (figuur 5). Ook de samenstelling van de mest, met name de  $\text{NH}_4$ -gehaltes en de gehalten aan totaalstikstof, wijkt niet af van die in de andere perioden. Een mogelijke oorzaak is de invloed van de buitentemperatuur op de temperatuur van de mest in de tussenopslag en de invloed van de staltemperatuur op de temperatuur van de mest op de mestbanden in de stal (figuur 4). Naarmate de buiten- en staltemperatuur hoger zijn, zal ook de temperatuur van de mest hoger zijn, waardoor de microbiologische omzetting van urinezuur sneller zal verlopen. De tijd die beschikbaar is om de microbiologische processen te stoppen wordt daardoor bekort.

In overleg met de pluimveehouder en de Heidemij is besloten om één meting uit te voeren waarbij de mest niet 1 keer, maar 2 keer per dag zou worden afgedraaid. Met 2 keer per dag afdraaien wordt de tijd tussen produktie van de mest en opslag met 24 uur bekort.

De eerste meting volgens dit afdraaipatroon (periode 6) gaf een aanzienlijke verbetering ten opzichte van vorige metingen. De mest werd nu voldoende gedroogd. De ammoniakemissie naar de tunnel daalde tot ca. 6 g N/kip·jaar en de emissie uit de tunnel kwam op ca. 43 g N/kip·jaar. Dit is ongeveer gelijk aan de emissiefactor voor opslag onder een afdak.

De laatste drie perioden is er afwisselend één week 1 keer per dag afgedraaid en één week 2 keer per dag. Ook de volgorde waarin dit gebeurde is afgewisseld. De ammoniakemissie naar de tunnel kwam gemiddeld op ca. 5 g N/kip·jaar en die uit de tunnel op ca. 7 g N/kip·jaar (figuur 3), hetgeen aanmerkelijk lager is dan in de vorige perioden. De emissie uit de tunnel lag nu ongeveer op hetzelfde niveau als de emissie naar de tunnel: ruim onder de emissiefactor.

Opvallend was dat de emissie bij 1 keer per dag afdraaien van de mest nu ook veel lager was dan bij vorige metingen. De ammoniakemissie naar de tunnel bleef vrijwel gelijk, ca. 9 g N/kip·jaar, maar die uit de tunnel kwam aanmerkelijk lager uit, op ca. 21 g N/kip·jaar. Dit is tweemaal lager dan de emissiefactor.

Het grote verschil in ammoniakemissie is moeilijk verklaarbaar. Een mogelijke oorzaak is de lagere buitentemperatuur (figuur 4), waardoor de microbiologische omzettingen in de mest trager verlopen. Dit vond zowel in de stal als in de tussenopslag plaats. Hierdoor werd er mest met een lager ammoniumstikstofgehalte op de banden gedraaid en neemt de emissie aanzienlijk af. Dit blijkt overigens niet uit de mestsamenstelling van de 'verse' mest. Het verschil zou geheel door de lagere temperatuur in de tussenopslag veroorzaakt kunnen worden.

Het droogeffect van de tunnel, van belang voor de emissie uit de opslag, was in periode 1 tot en met 4 onvoldoende. Na het plaatsen van de nieuwe ventilatoren nam het drogestofgehalte duidelijk toe, om vervolgens in periode 8 en 9 (oktober en november) weer te dalen. Dit laatste kan veroorzaakt zijn door de lagere buitentemperaturen. Bij lagere buitentemperaturen is een kleiner luchtdebiet nodig om de temperatuur in de stal op 21 °C te houden. Hierdoor kan minder lucht door de tunnel worden gezogen (van de 4 ventilatoren werden er maximaal 2 afgezet). Bijverwarmen in de stal door middel van gaskachels was mogelijk, maar hiervan is door brand in één van de kachels slechts één dag gebruik gemaakt. Tevens nam in periode 7, 8 en 9 (de kippen waren aan het einde

van de legronde) de mestproduktie toe, waardoor per dag meer mest door de droogtunnel moest. De tijd waarin de mest nu kon worden gedroogd, was of korter of er werd een dikkere laag mest op de banden gebracht. In beide gevallen heeft dit een negatief effect op het uiteindelijk bereikte drogestofgehalte gehad.

In de perioden 8 en 9 bleef het drogestofgehalte onder de 50% steken, omdat niet optimaal van de ventilatiecapaciteit (droogcapaciteit) van de tunnel gebruik werd gemaakt. Door broei in de mest tijdens de opslag zal, omdat de mest onvoldoende gedroogd is, het effect van drogen deels teniet worden gedaan.

De gemiddelde samenstelling van vochtige kippemest (32,2% ds) is volgens het Handboek voor de Pluimveehouderij als volgt:

N-totaal = 12,5 g/kg mest (38,8 g/kg ds)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 18,7 g/kg mest (58,1 g/kg ds)

K<sub>2</sub>O = 9,0 g/kg mest (30,0 g/kg ds)

Als de samenstelling van de mest (tabel 3) hiermee wordt vergeleken, valt op dat het totaalstikstof- en kaligehalte aanmerkelijk hoger zijn en het fosfaatgehalte lager is. Dit is gunstig voor het gebruik van de mest als meststof.

Als de samenstelling van de mest per periode wordt vergeleken (tabel 2), en met name het NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-gehalte, dan springt alleen de eerste periode eruit, doordat in deze periode het NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-gehalte een stuk hoger ligt dan in de andere perioden. Het hoge NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-gehalte kan een aanwijzing zijn voor de afbraak van urinezuur en voor de te verwachten ammoniakemissie.

De pH van alle mestmonsters lag tussen de 6,3 en de 7,2. Uit pluimveemest met een pH < 7 emitteert weinig ammoniak, omdat dit voor het grootste deel als ammonium is gebonden.

De geuremissie uit de droogtunnel neemt toe ten opzichte van de emissie naar de tunnel (tabel 5). Met uitzondering van de tweede meting stijgt de geuremissie met ca. 50%. Dit is te verklaren door de forse toename van het emitterend (mest)oppervlak en de geoptimaliseerde uitwisseling tussen het (mest)oppervlak en de lucht. Het om de 12 of 24 uur afdraaien van de mest had geen aanwijsbare invloed op de geuremissie naar de tunnel en uit de tunnel.

De droogtunnel blijkt een reducerende werking op de stofuitstoot te hebben (tabel 6). De stofuitstoot naar de tunnel is gemiddeld 1,7 mg/m<sup>3</sup> en uit de tunnel komt 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Dit betekent een reductie van de stofuitstoot met gemiddeld 70%. Waarschijnlijk wordt door het grote 'natte' oppervlak en de relatief lage luchtsnelheden in de luchtinlaten en in de tunnel veel stof in de tunnel afgevangen.

## 5 Conclusies

- De mest werd in de droogtunnel voldoende gedroogd (> 70%) als de volle ventilatiecapaciteit (60.000 m<sup>3</sup>/h) werd benut.
- Tijdens ongunstige (koude) weersomstandigheden was er in de stal onvoldoende warmteproductie, waardoor er onvoldoende geventileerd werd, zodat de mest in de droogtunnel niet tot een drogestofgehalte van ca. 70% kon worden gedroogd.
- De eerste vier perioden, toen de gehele drooginstallatie nog niet optimaal functioneerde, lag de ammoniakemissie uit de tunnel ver boven de emissiefactor van 50 g N/kip·jaar voor opslag van op de mestband geforceerd gedroogde pluimveemest.
- De laatste drie perioden lag de ammoniakemissie uit de tunnel ruim onder deze emissiefactor.
- De tijd tussen het produceren van de mest door de kippen en het drogen van de mest moet zo kort mogelijk zijn. Als de mest binnen 50 uur na productie werd gedroogd (tweemaal afdraaien per 24 uur), was de ammoniakemissie uit de droogtunnel 7 g N/kip·jaar. Dit nam toe tot 21 g N/kip·jaar als de mest binnen 74 uur werd gedroogd. In mest die niet binnen de 50 uur gedroogd wordt, zal de microbiologische omzetting van urinezuur op gang komen, waardoor de ammoniakemissie aanzienlijk kan oplopen.
- De geuremissie uit de droogtunnel steeg ten opzichte van de stal met ca. 50%. Dit is een gevolg van het vergroten van het emitterend oppervlak.
- De stofuitstoot uit de tunnel daalde met ca. 70% ten opzichte van die naar de tunnel. Dit is een gevolg van de lage luchtsnelheid in de droogtunnel.

## 6 Aanbeveling voor het vervolgonderzoek

Gezien het positieve effect van het tweemaal per dag afdraaien van de mest op de ammoniakemissie uit de tunnel wordt voorgesteld deze frequentie op te voeren. In principe zal de mest nu direct uit de stal in de tunnel worden gebracht. De tussenopslag vervalt. Dit betekent in de praktijk dat het afdraaien van de banden geheel automatisch moet plaatsvinden. Hiertoe is aanpassing van de mestbanden in de stal en van de regelapparatuur noodzakelijk. De nieuwe mestbanden zijn vóór de start van de nieuwe legronde aangebracht.

Als gevolg van deze nieuwe inzichten zal het onderzoek niet conform het werkplan voor het tweede jaar worden uitgevoerd. De mestbanden in de stal draaien nu gelijktijdig met de banden in de droogtunnel. De geproduceerde mest wordt binnen 12 uur in de droogtunnel gebracht. Hierdoor wordt de tijd tussen productie en opslag van de mest tot ca. 40 uur bekort.

Het effect van mestbanddroging in de stal is in deze situatie, met een korte verblijftijd van de mest in de stal, naar verwachting gering. Daarom wordt voorgesteld, de overigens nog aanwezige apparatuur voor mestbanddroging in de stal, niet te gebruiken.

# Summary

Forced drying of poultry droppings in a drying tunnel and the effects on the emission of ammonia have been investigated under practical circumstances.

The microbiological process in which uric acid is converted into urea leaves adequate time for manure to be dried while preventing the formation of urea and consequently of ammonia.

Using air which had been pre-heated in the poultry house and at the maximum available air flow ( $2 \text{ m}^3/\text{bird} \cdot \text{h}$ ), it appeared possible in the tunnel examined to dry the poultry droppings to a DM content of 70%. Under unfavourable weather conditions the house will need additional heating to make it possible to maintain the maximum air flow through the tunnel.

The extend of the ammonia emission from the tunnel can be related to that from the storage from chicken manure which has been dried on manure drying belts ( $50 \text{ g N}/\text{bird} \cdot \text{year}$ ). As a consequence of various technical imperfections of the drying tunnel, the ammonia emission was initially considerably higher than this value. Once the installation had been modified, an emission reduction to  $21 \text{ g N}/\text{bird} \cdot \text{year}$  appeared to be possible. A further reduction could be achieved by reducing the time between production and the storage of dried manure from 74 to 50 h. To achieve this, the droppings were removed from the house twice daily instead of once daily.

With an increase by 50%, the drying tunnel appeared to have an unwanted effect on the odour emission.

The dust emission was approx. 70% reduced compared with that from the house. This is a consequence of the low air speeds in the drying tunnel and the dust particles being caught in the drying manure.

# Literatuur

- Anonymus, 1984. Veehouderij en hinderwet, Ministerie van LNV, Den Haag.
- Anonymus, 1986. Handboek voor de Pluimveehouderij. Consulentenschap in Algemene dienst voor Pluimveehouderij, Beekbergen.
- Anonymus, 1991. Richtlijn ammoniak en veehouderij 1991, Ministeries van LNV en VROM, Den Haag.
- Groot Koerkamp, P.W.G., 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport Pluimvee, DLO Wageningen, 111 pp.
- Nederlandse voornorm 2820, 1991. Voorschriften voor sensorisch onderzoek met behulp van een olfactometer. NNI, Delft.
- Kroodsmma, W., 1989. Mogelijkheden voor mestbehandeling en vermindering van de  $\text{NH}_3$ -emissie op pluimveebedrijven. In: Perspectieven voor de aanpak van de mest- en ammoniakproblematiek op bedrijfsniveau, Eds.: A.A. Jongebreur en G.J. Monteny. DLO, Wageningen, p 13-38.
- Kroodsmma, W., 1992. Kippemestdroging in een tunnel en opslag van in een tunnel gedroogde mest. IMAG-DLO, Wageningen (in voorbereiding).
- Scholtens, R., 1990. Ammoniakemissionsmessungen in zwangsbelüfteten Ställen. In: Ammoniak in der Umwelt, Eds.: H. Döhler en H. van den Weghe. KTBL, Darmstadt, p 20.1-20.9.