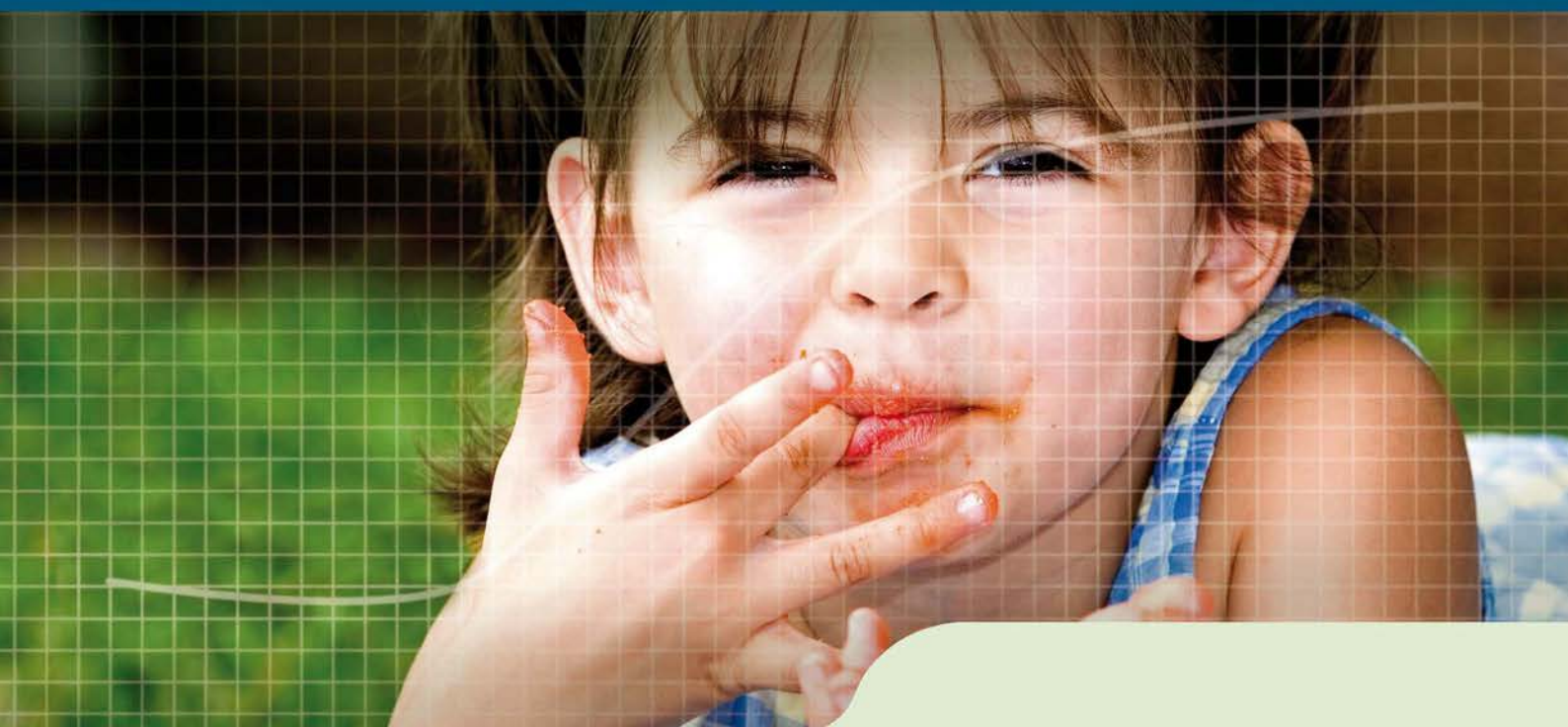


Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 730

Ammoniakvorming in mestdroogsystemen op legpluimveebedrijven met mestbandbeluchting

Oktober 2014



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2014

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG
Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid
voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik
van de resultaten van dit onderzoek of de
toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG
Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal
Veterinair Instituut en het Departement
Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit
de Animal Sciences Group van Wageningen UR.
Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV
onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze
onderzoeksoverdrachten zijn de Algemene
Voorwaarden van de Animal Sciences Group
van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this study, we investigated whether ammonia emissions from manure drying systems can be reduced by pre-drying the manure to ca. 55% of dry matter. This study shows that the ammonia emission of drying manure decreases with dry matter content. Pre-drying of manure to 55% of dry matter prevents the occurrence of high emissions in the first phase of the drying process and can reduce the emission from manure drying systems with 50–60%.

Keywords

Poultry, laying hens, manure drying systems, ammonia, particulate matter, dry matter content

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

A. Winkel
K. Blanken
H.H. Ellen
N.W.M. Ogink

Titel

Ammoniakvorming in mestdroogsystemen op
legpluimveebedrijven met mestbandbeluchting

Rapport 730

Samenvatting

In deze studie is onderzocht of de ammoniakemissie uit mestdroogsystemen kan worden beperkt door stalrest voor te drogen tot ca. 55% drogestof. Uit dit onderzoek blijkt dat de ammoniakemissie uit mestdroogsystemen afneemt met het drogestofgehalte van mest. Het voordrogen van stalrest tot ca. 55% drogestof voorkomt hoge emissies in het begin van het nadroogproces en kan de ammoniakemissie uit mestdroogsystemen met 50–60% verminderen.

Trefwoorden

Pluimvee, leghennen, mestdroogsystemen, ammoniak, fijnstof, drogestofgehalte



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 730

Ammoniakvorming in mestdroogsystemen op legpluimveebedrijven met mestbandbeluchting

Ammonia production in manure drying systems at layer farms with manure belt aeration

A. Winkel

K. Blanken

H.H. Ellen

N.W.M. Ogink

Oktober 2014

Voorwoord

Uit recent emissieonderzoek is gebleken dat de emissie van fijnstof (PM10) uit pluimveestallen substantieel kan worden gereduceerd door het toepassen van mestdroogsystemen. Tegelijk is echter gebleken dat de extra ammoniakemissie die optreedt uit de droogmest aanzienlijk hoger is dan verwacht. In deze studie is onderzocht of de ammoniakemissie uit mestdroogsystemen kan worden beperkt door stalmest voor te drogen tot ca. 55%. Hiertoe zijn metingen verricht aan mestdroogsystemen op legpluimveebedrijven met voordroging (mestbandbeluchting) in de stal(len). Onze dank gaat uit naar de betrokken pluimveehouders voor hun deelname aan het onderzoek en het beschikbaar stellen van hun bedrijfslocaties t.b.v. het uitvoeren van deze metingen. Dank is ook verschuldigd aan de begeleidingscommissie voor het begeleiden van het onderzoek. De inzet van alle betrokkenen is zeer gewaardeerd.

Ir. A. (Albert) Winkel
Projectleider

Samenvatting

Om aan Europese normen t.a.v. maximale concentraties van fijnstof in de buitenlucht te kunnen voldoen, dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de emissie uit belangrijke bronnen terugdringen. Pluimveestallen vormen een belangrijke bron van fijnstof. Uit recent emissieonderzoek is gebleken dat de emissie van fijnstof uit pluimveestallen substantieel kan worden gereduceerd door het toepassen van mestdroogsystemen. Wanneer een deel van de warme ventilatielucht door de mestlaag in deze systemen wordt geblazen, functioneert de mestlaag als een stoffilter. Tegelijk bleek echter dat emissies van ammoniak uit deze systemen aanzienlijk hoger waren dan op basis van de emissiefactoren uit de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) verwacht mocht worden. In dit onderzoek is bestudeerd of deze ammoniakemissie uit droogmest kan worden teruggedrongen door de mest in de stal intensief voor te drogen tot 55% drogestof. De achterliggende gedachte hierbij is dat dit gehalte hoog genoeg is om de microbiële activiteit die leidt tot ongewenste ammoniakvorming tijdens het drogen te onderdrukken.

Hiertoe zijn in totaal 44 bedrijfsbezoeken afgelegd op negen leghennenbedrijven met een mestdroogstelsel én voordroging in de stal (range: 0,35–0,70 m³/uur per hen), tussen oktober 2011 en augustus 2012. Op deze bedrijven zijn kortdurende metingen verricht van o.a. ammoniak en fijnstof (PM10), zowel in de ingaande luchtstroom (stal en drukkamer) als in de uitgaande luchtstroom van het mestdroogstelsel. Tegelijk werden mestmonsters genomen welke werden geanalyseerd op drogestofgehalte.

Uit de analyse van de verzamelde gegevens worden de volgende conclusies getrokken.

- Met het voordroogmanagement zoals toegepast op bedrijven in dit onderzoek wordt een drogestofgehalte van de aanvoermest van rond de 55% op één van de negen bedrijven behaald. Drie bedrijven bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 45%. Vijf bedrijven bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 40%.
- Het drogestofgehalte van de aanvoermest wordt positief beïnvloed door het wateropnemend vermogen van de buitenlucht (en hieraan gekoppeld: hogere buitentemperaturen). Bij een hoger wateropnemend vermogen (c.q. hogere buitentemperaturen) verloopt het voordrogen beter dan tijdens lagere buitentemperaturen. Er is geen relatie gevonden tussen het drogestofgehalte van de voorgedroogde aanvoermest en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht of het totale volume voordrooglucht waarmee een batch aanvoermest is behandeld.
- De in dit onderzoek betrokken mestdroogsystemen toonden alle een substantiële reductie van de PM10 concentratie over de mestlaag (range van bedrijfsgemiddelden: 28 tot 81%) en deze reductie nam toe met de mestlaagdikte. Deze verwijdering van PM10 geldt alleen voor de lucht dat door het mestdroogstelsel wordt geblazen. De lucht die via stalventilatoren wordt uitgeworpen, wordt niet behandeld.
- De ammoniakemissie uit droogmest neemt af met het drogestofgehalte van die droogmest. Bij het niveau 55% drogestof is de extra ammoniakemissie uit de droogmest ca. 50% lager dan de ammoniakemissie uit nattere droogmest (<40% drogestof). Bij het niveau 65% drogestof is dit ca. 75%, bij het niveau 75% drogestof is dit ca. 80%.
- De ammoniakemissie uit droogmest neemt af met het drogestofgehalte van de aanvoermest. Bij het niveau 55% drogestof (van de aanvoermest) is de extra ammoniakemissie uit de droogmest ca. 60% lager dan de ammoniakemissie uit nattere droogmest (<40% drogestof).
- Het voordrogen van de mest tot ca. 55% drogestof leidt er vooral toe dat hoge ammoniakemissies in het beginstadium van het droogproces niet meer voorkomen. Ook bij drogestofgehalten van 55% en hoger blijft er sprake van extra emissie van ammoniak uit de droogmest. Hoewel drogestofgehalten van 55% en hoger het proces van ammoniakvorming en ammoniakemissie duidelijk remmen, zijn ze niet afdoende om het proces geheel stil te leggen.

Summary

Recent research on emissions from animal houses has shown that the emission of particulate matter from poultry houses can be substantially reduced by using manure drying systems. When the warm exhaust air is forced through the manure layer, the latter functions as a dust filter. The extra emission of ammonia from the drying manure, however, proved to be much higher than expected based on the ammonia emission factors for manure drying systems in Dutch legislation. In this study, we investigated whether the extra ammonia emission from manure drying systems can be reduced by pre-drying the manure inside the house to 55% of dry matter through intensive manure belt aeration. The working principle underlying this hypothesis is that this level of dry matter content is sufficient to reduce microbial activity that leads to the generation of ammonia.

For this purpose, a farm survey was carried out. A total number of 44 farm visits were made to nine layer farms with a manure drying system and pre-drying of manure inside the house through manure belt aeration (0.35–0.70 m³/h per hen), between October 2011 and August 2012. At these locations, short measurements were carried out of ammonia and particulate matter (PM10); both upstream (house, pressure chamber) and downstream of the manure drying system. Furthermore, manure samples were taken from the same spots in the manure drying system and analysed for their dry matter content.

From the analysis of the survey data, the following conclusions are drawn.

- Using the pre-drying management as applied at the layer farms investigated, one out of nine farms achieves an average dry matter content of 55% for the pre-dried manure (manure that enters the drying system). Three farms achieve an average dry matter content of approximately 45%. Five farms achieve an average dry matter content of approximately 40%.
- The pre-drying process is positively influenced by the water absorption capacity of the outside air (en linked to this: high outside temperatures) during pre-drying. The dry matter content of pre-dried manure increases with water absorption capacity and temperature of the outside air. No relationship is found between the dry matter content of pre-dried manure and the relative humidity of the ambient air during pre-drying or the total volume of air used to pre-dry a batch of manure.
- The manure drying systems in this study all show a substantial reduction of the concentration of PM10 in the air crossing the manure layer (range of farm-averages: 31–81%) and this reduction increases with manure layer thickness. These removal efficiencies only apply to the air that is ventilated through the manure drying system. The air that is ventilated through bypass fans, directly to the ambient air, is not treated by the manure drying system.
- The extra ammonia emission from drying manure decreases with the dry matter content of that manure. At the level of 55% of dry matter, the extra ammonia emission is approximately 50% lower than the extra ammonia emission of (near) fresh manure (<40%). For the level of 65% of dry matter, this figure is approximately 75%. For the level of 75% of dry matter, this figure is approximately 80%.
- The extra ammonia emission from drying manure decreases with the dry matter content of the pre-dried manure. At the level of 55% of dry matter (pre-dried manure), the extra ammonia emission from the drying manure is approximately 60% lower than the extra ammonia emission from (near) fresh manure (<30% dry matter).
- The pre-drying of manure especially prevents peaks in ammonia emissions during the first stage of the drying process. However, extra ammonia emission continues to take place at all dry matter levels above 55%. Although dry matter contents of 55% and more clearly reduces the process of ammonia generation and emission, they are not sufficient to completely eliminate this.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Hoofdpijnen van het onderzoek	2
2.2	Metingen	2
2.2.1	Ammoniakconcentratie	2
2.2.2	Fijnstofconcentratie.....	2
2.2.3	Luchttemperatuur en luchtvochtigheid.....	3
2.2.4	Mestkenmerken: drogestofgehalte, temperatuur en laagdikte	3
3	Resultaten en discussie	4
3.1	Meetomstandigheden.....	4
3.2	Relatie ammoniakvorming en drogestofgehalte droogmest	6
3.3	Relatie ammoniakvorming en drogestofgehalte aanvoermest	8
3.4	Drogestofgehalte van de aanvoermest en het buitenklimaat.....	9
3.5	Drogestofgehalte van de aanvoermest en de mate van voordroging.....	11
3.6	Fijnstofreductie en mestlaagdikte	12
4	Conclusies	13
	Literatuur	14
	Bijlagen.....	15
Bijlage A	Bedrijfsbeschrijving stal A1 met een droogzolder (Rav E 6.1)	15
Bijlage B	Bedrijfsbeschrijving stallen B1 t/m B5 met een banddroger (Rav E 6.4.1)	16
Bijlage C	Bedrijfsbeschrijving stallen C1 t/m C3 met een platendroger (Rav E 6.4.2)	19

1 Inleiding

Om aan Europese normen t.a.v. maximale concentraties van fijnstof in de buitenlucht te kunnen voldoen, dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de emissie uit belangrijke bronnen terugdringen. De veehouderij draagt voor ongeveer 20% bij aan de totale, jaarlijkse, primaire emissie van fijnstof in Nederland (Chardon and Van der Hoek, 2002; RIVM, 2011); Het merendeel van het fijne stof uit de landbouw komt uit varkens- en pluimveestallen (Takai et al., 1998). Met name pluimveestallen met strooiselvloeren dragen in belangrijke mate bij aan de emissie van fijnstof in Nederland. Een oplossing is de inzet van mestdroogsystemen op pluimveebedrijven. Bij deze systemen wordt warme en stofrijke ventilatielucht door een laag pluimveemest geblazen om deze te drogen. Hierbij wordt tevens stof uit de ventilatielucht verwijderd.

In een eerder uitgevoerd meetprogramma voor het vaststellen van emissies uit de veehouderij zijn onder meer de emissies uit leghennenstallen met droogtunnels vastgesteld (Winkel et al., 2011). Daarbij bleek dat de toepassing van mestdroogsystemen kan leiden tot een aanzienlijke reductie van de stofemissie. Uit dit onderzoek bleek echter ook dat er sprake was van een hogere extra ammoniakemissie uit de droogtunnels dan op basis van de emissiefactoren uit de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) verwacht mocht worden. Deze bevindingen waren de basis voor overleg tussen overheid, leveranciers van mestdroogsystemen en deskundigen met als doel de ongewenste uitstoot van ammoniak terug te dringen door de formulering van verbeterde gebruiksvoorwaarden in de praktijk. Controle over deze ammoniakuitstoot is noodzakelijk om de toepassing van mestdroogsystemen als stofreducerende maatregel in de pluimveehouderij op een verantwoorde wijze mogelijk te maken. Uit dit overleg zijn twee potentiële oplossingen naar voren gekomen.

Een eerste oplossing is om alle stalmest dagelijks in te brengen in het mestdroogstelsel zonder deze mest nog in de stal voor te drogen. De mest ligt bij deze oplossing gemiddeld slechts 12 uur in de stal, waarna het nadroogproces reeds wordt gestart, in de huidige praktijk ligt dit doorgaans hoger, tussen ca. 1 en 3,5 dagen. In het droogstelsel wordt de mest snel gedroogd; tot ca. 55% drogestof. De achterliggende gedachte hierbij is dat het droogproces reeds wordt ingezet voordat de microbiële omzetting van urinezuur en eiwitten tot ammoniak op gang is gekomen. De effectiviteit van deze oplossing wordt in separaat onderzoek geverifieerd op twee legpluimveebedrijven in de praktijk (Winkel et al., 2014). Een tweede oplossing is om de mest in de stal middels mestbandbeluchting intensief voor te drogen tot ca. 55% drogestof. De achterliggende gedachte hierbij is dat dit gehalte hoog genoeg is om de microbiële activiteit die leidt tot ongewenste ammoniavorming te onderdrukken, zodat de extra ammoniakemissie tijdens het nadroogproces aanzienlijk kan worden beperkt. Door de overheid is besloten mestdroogsystemen als stofreducerende techniek aan te merken onder de voorwaarde dat aan een van deze twee aanvullende gebruiksvoorwaarden wordt voldaan.

Vanuit deze voorgeschiedenis is de behoefte ontstaan aan het op praktijkbedrijven toetsen van de effectiviteit en haalbaarheid van de tweede aanvullende gebruiksvoorwaarde in de praktijk middels het monitoren van de drogestofgehalten van droogmest en de ammoniavorming in mestdroogsystemen.

In dit onderzoek worden de volgende vraagstellingen onderzocht:

1. wordt een drogestofgehalte van de aanvoermest van het mestdroogstelsel van 55% in de huidige praktijk gehaald tijdens de verschillende seizoenen (zomer/winter) en bij de verschillende praktijken van voordroogmanagement?
2. wat is het verband tussen het drogestofgehalte van de mest en de (extra) ammoniakemissie die uit deze mest plaatsvindt?
3. bij welk drogestofgehalte vindt geen (extra) ammoniavorming (meer) plaats? Is de recent opgenomen gebruiksvoorwaarde van 55% drogestof afdoende om extra ammoniakemissie te voorkomen op bestaande bedrijfslocaties met een droogtunnel?

2 Materiaal en methoden

2.1 Hoofdpijnen van het onderzoek

In dit onderzoek zijn metingen verricht aan de ammoniakvorming in mestdroogsystemen in relatie tot het drogestofgehalte van de mest op negen bedrijfslocaties met een mestdroogstelsel. De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) kent drie typen droogsystemen: de droogzolder (Rav code E 6.1), de banddroger (Rav code E 6.4.1) en de platendroger (Rav code 6.4.2). In totaal was één bedrijf met een droogzolder in het onderzoek betrokken (A1), vijf met een banddroger (B1 t/m B5) en drie met een platendroger (C1 t/m C3). De drie platendrogers waren afkomstig van dezelfde leverancier, de banddrogers waren afkomstig van drie verschillende leveranciers. De belangrijkste kenmerken van de negen leghennenstallen in dit onderzoek worden weergegeven in Bijlage A (droogzolder), Bijlage B (banddrogers) en Bijlage C (platendrogers). Alle negen bedrijven hadden naast de genoemde mestdroogsystemen voordroging in de stal(len) middels mestbandbeluchting met een capaciteit tussen 0,35 en 0,70 m³/uur per hen. De gemiddelde verblijfsduur (voordroogtijd) van de mest in de stal(len) liep uiteen van 12 tot 84 uur. Op deze bedrijven zijn kortdurende metingen verricht van ammoniak, fijnstof, temperatuur en luchtvochtigheid, zowel in de ingaande luchtstroom (stal en drukkamer) als in de uitgaande luchtstroom van het mestdroogstelsel. Tegelijk werden de mestlaagdikte en mesttemperatuur bepaald en mestmonsters genomen welke werden geanalyseerd op drogestofgehalte. Bij de banddrogers en platendrogers zijn telkens op vier plekken metingen verricht: in de ingaande luchtstroom in de drukkamer en in de uitgaande luchtstroom uit de 'meest natte band/plaat', de middelste band/plaat en de 'meest droge band/plaat'. De mestmonsters werden genomen van dezelfde positie als waar de metingen werden verricht in de uitgaande luchtstroom. Per bedrijf zijn 5 metingen verricht (4 voor bedrijf C2), verspreid over het jaar. In totaal werden 44 bedrijfsbezoeken afgelegd tussen oktober 2011 en augustus 2012.

2.2 Metingen

Tijdens het bedrijfsbezoek werden de volgende metingen verricht.

2.2.1 Ammoniakconcentratie

De concentratie van ammoniak (parts per million; ppm) in de ingaande luchtstroom (stal en drukkamer) en uitgaande luchtstroom van de mestdroogsystemen is gemeten met een handpomp en gasdetectiebuisjes (Kitagawa gas detection tubes, type 105SD, meetbereik 0,2–20 ppm en type 105SC, meetbereik 10–260 ppm; Komyo Rikagaku Kogyo, Japan; Figuur 1D en Figuur 1E). Per meetmoment/meetpositie werd tweemaal een buisje getrokken (duplo waarneming). De concentratie werd met een resolutie van 0,25 ppm afgelezen. Per bedrijfsbezoek werd elke meetpositie (ingående luchtstroom in drukkamer, uitgaande luchtstroom uit 'meest natte', middelste en 'meest droge' band of plaat) driemaal bemeaten over een tijdsbestek van ca. 1,5 uur.

2.2.2 Fijnstofconcentratie

De concentratie van stofdeeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm (PM10; in mg/m³) in de ingaande luchtstroom (stal en drukkamer) en uitgaande luchtstroom van de mestdroogsystemen is gemeten met een DustTrak apparaat (DustTrakTM Aerosol Monitor, model 8520, TSI Inc., Shoreview, USA; Figuur 1A). De PM10 concentratie werd elke seconde gemeten en minuutgemiddelde concentraties werden gelogd in het geheugen van de DustTrak. Ruimtelijke variaties in concentraties werden meegenomen door de metingen te verrichten langs de gehele lengte van het droogstelsel (in horizontale zin) en ter hoogte van zowel verse als droge niveaus (in verticale zin). Dit werd gedaan door met een DustTrak in de hand langzaam door de drukkamer of langs de uitstroomspleten van het mestdroogstelsel te lopen. Per bedrijfsbezoek werden tenminste twee metingen in de drukkamer en twee metingen in de uitgaande luchtstroom verricht, elk gedurende ca. 15 minuten.

2.2.3 Luchttemperatuur en luchtvochtigheid

De luchttemperatuur en luchtvochtigheid van de ingaande luchtstroom (stal en drukkamer) en uitgaande luchtstroom van de mestdroogsystemen is gemeten met een meetinstrument met gecombineerde temperatuur- en luchtvochtigheidssensor (Testo 435-4, Testo BV, Almere).

2.2.4 Mestkenmerken: drogestofgehalte, temperatuur en laagdikte

De mesttemperatuur werd gemeten met een meetinstrument met staafthermometer (Testo 435-4, Testo BV, Almere; Figuur 1C), de laagdikte door een duimstok in de mestlaag te steken. De leghennenmest werd bemonsterd (Figuur 1B) ter bepaling van het drogestofgehalte op 5 posities: de mestband in de stal (niet nagedroogde mest), het begin van het droogstelsel (minst droog), het midden van het droogstelsel (halfdroog), het einde van het droogstelsel (meest droog) en in de mestopslag (geheel gedroogde mest). Dit gold voor de bandendrogers (Rav code E 6.4.1) en de platendrogers (Rav code E 6.4.2). Op de droogzolder (Rav code E 6.1) is alle mest van één leeftijd omdat de mest in één batch wordt aangebracht, hier werd de mest in het systeem op drie plekken bemonsterd. De mestmonsters werden gedurende 24 uur gedroogd in een droogstoof bij 105 °C. Het drogestofgehalte werd berekend volgens onderstaande formule:

$$\text{Drogestofgehalte (\%)} = \frac{\text{bak}_{\text{gedroogd}} - \text{bak}_{\text{leeggewicht}}}{\text{bak}_{\text{ongedroogd}} - \text{bak}_{\text{leeggewicht}}} \times 100\%$$

Waarbij:

$\text{bak}_{\text{gedroogd}}$ = gewicht RVS bak + 'droge' monster (na 24 drogen in droogstoof bij 105 °C)

$\text{bak}_{\text{ongedroogd}}$ = gewicht RVS bak + 'vers' monster

$\text{bak}_{\text{leeggewicht}}$ = gewicht lege bak waarin het monster werd gedroogd

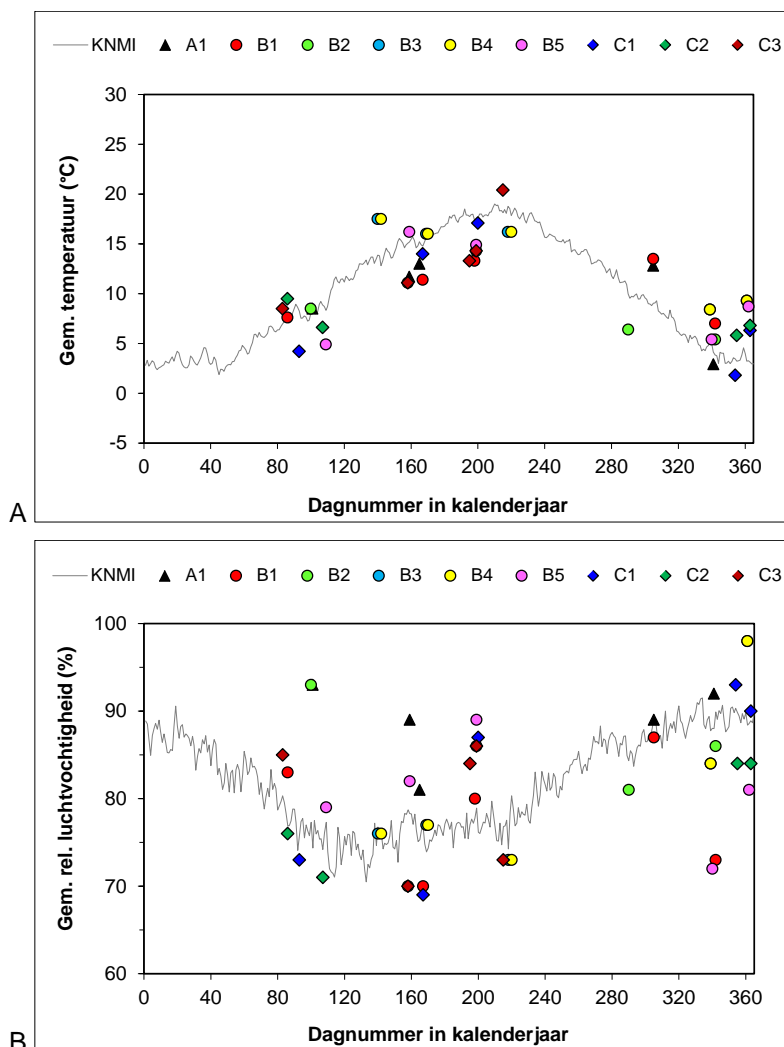


Figuur 1 Foto's van enkele metingen tijdens de bedrijfsbezoeken. A: de DustTrak model 8520. B: monsternamen van de mest ter bepaling van het drogestofgehalte. C: meting van de mesttemperatuur met staafthermometer en Testo meetapparaat. D: meting van de ammoniakconcentratie met handpomp en Kitagawa detectiebuisje. E: Kitagawa gas detection tube type 105SD (0.2-20 ppm)

3 Resultaten en discussie

3.1 Meetomstandigheden

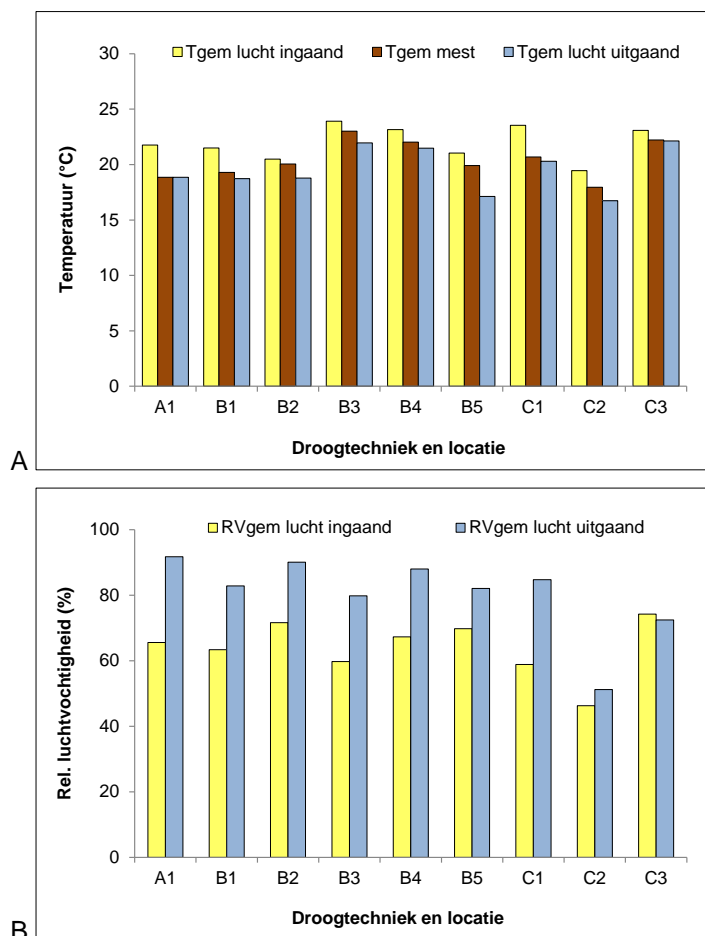
In Figuur 2 is de spreiding weergegeven van de 44 metingen over het kalenderjaar en wat op de dag ervoor de gemiddelde luchttemperatuur en luchtvochtigheid (buiten) is geweest in relatie tot het langjarig gemiddelde voor dat dagnummer in het jaar.



Figuur 2 Verdeling van de metingen over het kalenderjaar, de buitentemperatuur (A) en relatieve luchtvochtigheid (B), vergeleken met het langjarig gemiddelde over de jaren 1981 t/m 2010 (bron: www.knmi.nl; als lijn weergegeven).

Het gemiddelde dagnummer in het kalenderjaar van de 44 meetdagen bedroeg 224 (gemiddelde dagnummer in het kalenderjaar: 183). De gemiddelde buitentemperatuur van de meetdagen kwam met 10,7 °C goed overeen met het langjarig gemiddelde (10,2 °C). De gemiddelde luchtvochtigheid op de meetdagen kwam met 81,8% precies overeen met het langjarig gemiddelde (81,8%).

In Figuur 3A is de gemiddelde temperatuur weergegeven van de ingaande luchtstroom (stal, drukkamer), de temperatuur van de droogmest in het droogstelsel en de temperatuur van de uitgaande luchtstroom. In Figuur 3B is de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid weergegeven van de ingaande en uitgaande luchtstroom van het mestdroogstelsel.

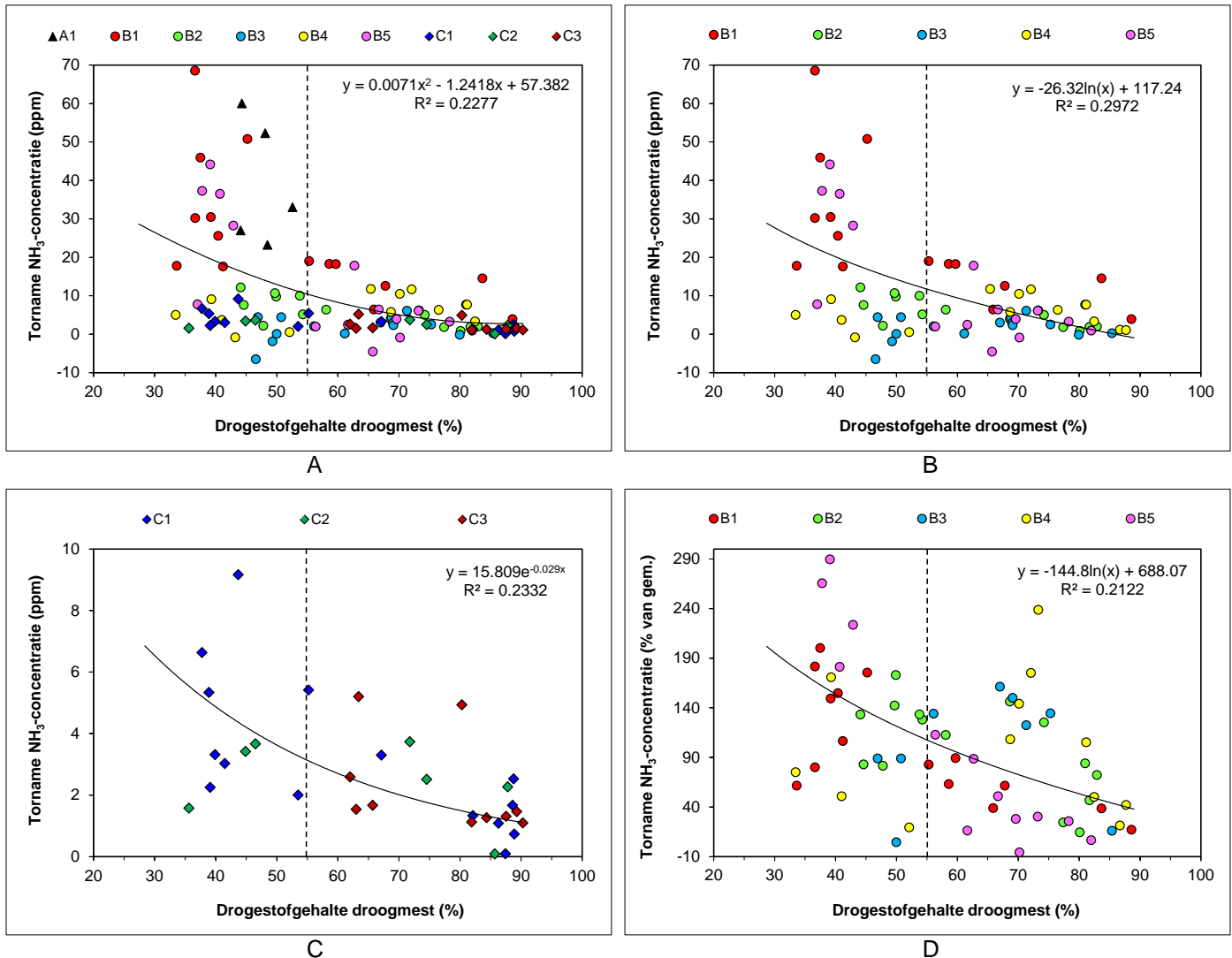


Figuur 3 A: Gemiddelde temperatuur (°C) van de ingaande luchtstroom, van de mest in het droogstelsel en van de uitgaande luchtstroom, per bedrijf. B: Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%) van de ingaande en uitgaande luchtstroom, per bedrijf

De temperatuur van de ingaande luchtstroom (drooglucht vanuit de stal) lag over alle metingen tussen 18,7 en 27,2 °C (gemiddelde: 22,1). De temperatuur van de droogmest in het mestdroogstelsel lag daar telkens iets onder, tussen 16,7 en 26,0 °C (gemiddelde: 20,6). Tijdens geen van de metingen is broei geconstateerd. De temperatuur van de uitgaande luchtstroom lag telkens net onder de mesttemperatuur, tussen 12,5 en 24,9 °C (gemiddelde: 19,6). Bij het passeren van de droogmest nam de luchtvochtigheid van de drooglucht toe en de temperatuur af: de verdamping van water uit de mest kost energie, hetgeen wordt onttrokken aan de ingaande luchtstroom en de mest, waardoor de lucht- en mesttemperatuur enkele graden daalt.

3.2 Relatie ammoniakvorming en drogestofgehalte droogmest

In Figuur 4 is de toename van de ammoniakconcentratie van de drooglucht bij het passeren van de droogmest weergegeven als functie van het drogestofgehalte van die droogmest.



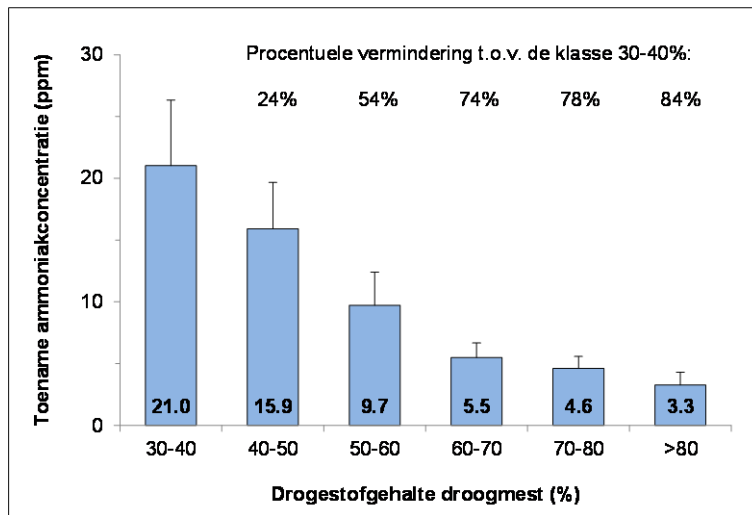
Figuur 4 A: absolute toenames in de ammoniakconcentratie (ppm) van de drooglucht bij het passeren van de droogmest op een bepaalde plek in het mestdroogstelsysteem, als functie van de drogestofgehalten op diezelfde plekken. B: idem, echter alleen de banddroogsters. C: idem, echter alleen de platendroogsters (en schaal Y-as aangepast). D: toename van de ammoniakconcentratie van de drooglucht bij het passeren van de droogmest, uitgedrukt als percentage van de gemiddelde toename over de bemeeten posities tijdens een meting (gemiddelde = 100%; alleen banddroogsters). Verticale stippellijn: het niveau 55% drogestof

Bij de banddroogsters en platendroogsters zijn telkens op drie plekken metingen verricht van de uitgaande luchtstroom: de ‘meest natte’ band/plaat’, de middelste band/plaat en de ‘meest droge band/plaat’. Per bedrijfslocatie zijn daardoor 4 of 5 metingen maal 3 meetposities is 12 of 15 waarnemingen zichtbaar in Figuur 4A.

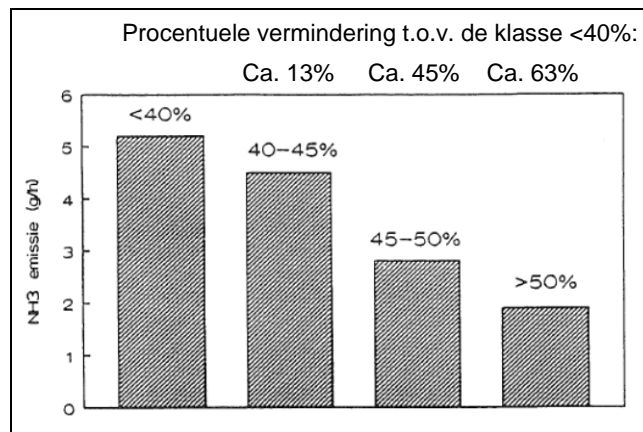
Uit de figuur blijkt dat uit de meest natte droogmest de meeste ammoniak emitteert. Hoe droger de droogmest, hoe lager de toename van de ammoniakconcentratie uit deze droogmest. De variatie in de ammoniaktoename is groot tussen de bedrijven. Met name op bedrijf A1, B1 en B5 komt zeer veel ammoniak vrij uit de meest natte droogmest (Figuur 4A), terwijl de ammoniaktoename duidelijk lager is

voor de drie platendrogers (C1 t/m C3; Figuur 4C). In Figuur 4D is de toename van de ammoniakconcentratie voor de banddrogers uitgedrukt als percentage van de gemiddelde toename over de bemeten posities tijdens een meting (het gemiddelde van de drie waarnemingen van een meting bedraagt dan telkens 100). Met deze wijze van presenteren vallen de absolute niveauverschillen tussen de bedrijven weg en worden alleen nog trends getoond. Met name voor bedrijven B1 en B5, en in enige mate voor bedrijven B2 en B3 zijn duidelijke trends te zien van een lagere ammoniaktoename bij een hoger drogestofgehalte van de droogmest. Bij bedrijf B4 is geen trend te zien.

Kijken we naar het grensvlak van 55% drogestof (stippellijnen in Figuur 4), dan valt op dat beneden dit drogestofniveau er 15 waarnemingen voorkomen met grote toenames van de ammoniakconcentratie (toenames tussen 25 en 70 ppm). De toename van de ammoniakconcentratie uit droogmest van <55% drogestof bedroeg gemiddeld 16,7 ppm. Bij een drogestofgehalte van 55% en hoger blijven alle toenames beneden 20 ppm en het merendeel ook beneden 8 ppm. De toename van de ammoniakconcentratie uit droogmest van >55% drogestof bedroeg gemiddeld 4,9 ppm.



Figuur 5 Gemiddelde toename in de ammoniakconcentratie (ppm) van de drooglucht, per klasse van het drogestofgehalte van de droogmest. Op de staven is de SEM (standard error of mean) weergegeven. Boven in de figuur zijn de procentuele verminderingen t.o.v. de klasse '30-40% drogestof' weergegeven



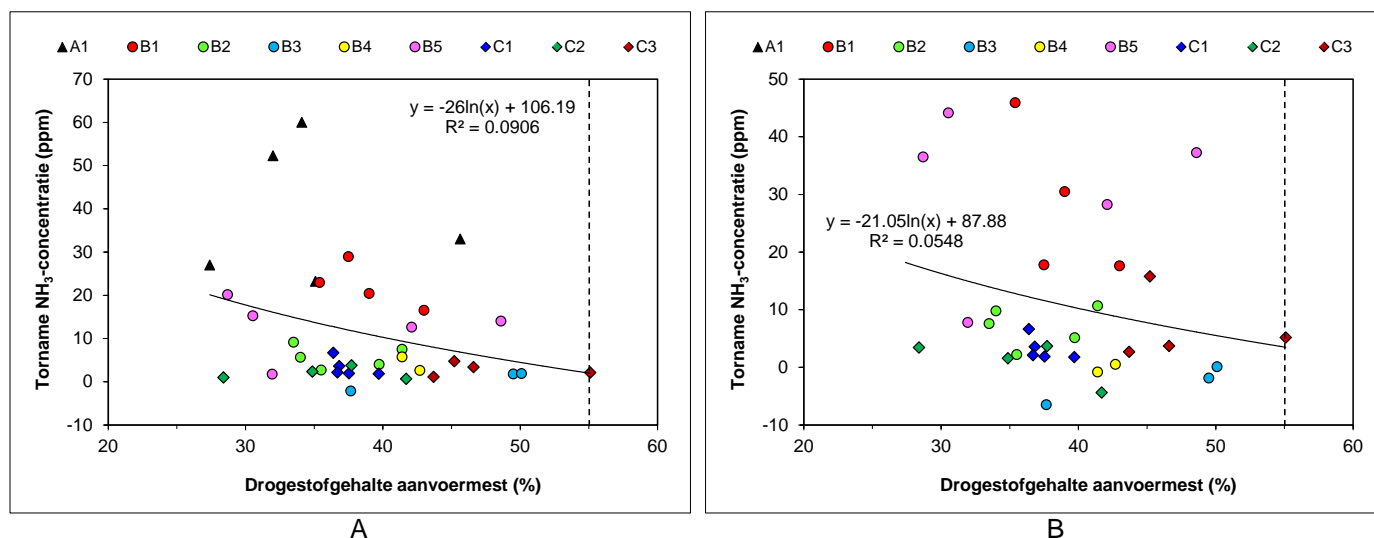
Figuur 6 Gemiddelde ammoniakemissie (g/uur) uit leghennenmest op mestbanden in kooistallen, per klasse van het drogestofgehalte van de mest. De figuur is genomen uit IKC Veehouderij (1994), wordt ook getoond in Groot Koerkamp (1990) en is oorspronkelijk afkomstig uit Kroodsma (1989)

In Figuur 5 zijn dezelfde waarnemingen weergegeven als in Figuur 4, maar nu zijn de waarnemingen gegroepeerd tot gemiddelde ammoniaktoenames van zes drogestofklassen.

Uit Figuur 5 blijkt wederom de afname van de ammoniaktoename met het drogestofgehalte van de droogmest in het mestdroogstelsysteem. De resultaten uit Figuur 5 kunnen worden vergeleken met die van onderzoek uit de jaren negentig (Figuur 6) waarbij de ammoniakemissie van bandenmest in kooistallen voor leghennen is weergegeven in klassen van drogestofgehalte. Voor de staven in Figuur 6 zijn (net als in Figuur 5) de procentuele vermindering weergegeven t.o.v. de klasse '<40% drogestof'. Duidelijk is dat de resultaten uit het onderhavige onderzoek aan droogmest op geperforeerde banden/platen nauw overeenkomen met het beeld uit onderzoek aan beluchte bandenmest in kooistallen.

3.3 Relatie ammoniakvorming en drogestofgehalte aanvoermest

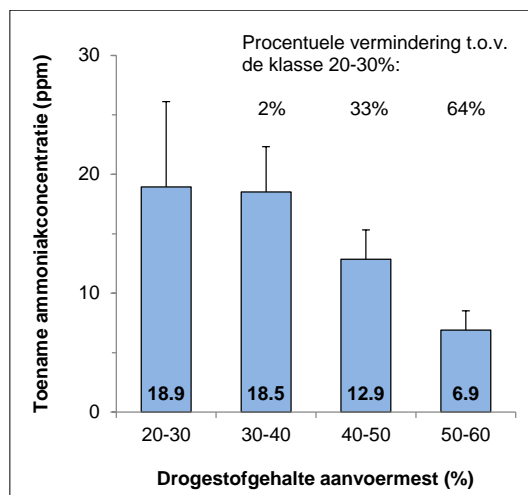
In Figuur 7 is de toename van de ammoniakconcentratie van de drooglucht bij het passeren van de droogmest weergegeven als functie van het drogestofgehalte van de aanvoermest van dat moment.



Figuur 7 Absolute toename in de ammoniakconcentratie (ppm) van de drooglucht bij het passeren van de droogmest als functie van het drogestofgehalte van de aanvoermest van dat moment. A: gemiddelde van alle banden/platen. B: alleen de meest verse band/plaat

Uit de figuur blijkt dat tijdens het moment van monsternamen bij één van de 44 bedrijfsbezoeken de aanvoermest een drogestofgehalte had van rond de 55% (bedrijf C3). Ook wanneer de ammoniaktoename gerelateerd wordt aan het drogestofgehalte van de aanvoermest van dat moment, wordt een (zwakke) trend gevonden van een lagere toename van de ammoniakconcentratie bij drogere aanvoermest.

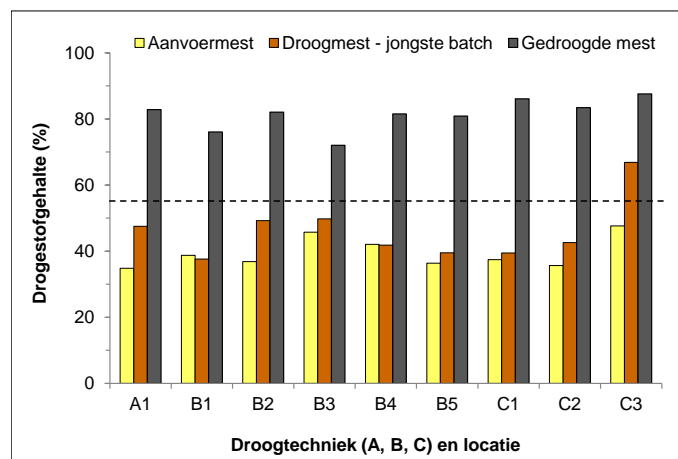
In Figuur 8 is deze trend weergegeven in gemiddelde toenames van de ammoniakconcentratie over vier drogestofklassen. Uit deze figuur blijkt eveneens dat de ammoniaktoename lager is naarmate de aanvoermest droger is.



Figuur 8 Gemiddelde toename in de ammoniakconcentratie (ppm) van de drooglucht, per klasse van het drogestofgehalte van de aanvoermest. Op de staven is de SEM (standard error of mean) weergegeven. Boven in de figuur zijn de procentuele afnames t.o.v. de klasse '20-30% drogestof' weergegeven

3.4 Drogestofgehalte van de aanvoermest en het buitenklimaat

In Figuur 9 zijn de gemiddelde drogestofgehalten per bedrijf weergegeven van de aanvoermest, van de jongste droogmest en van de geheel gedroogde mest in de opslag.



Figuur 9 Gemiddelde drogestofgehalten van de aanvoermest, droogmest en gedroogde mest, per bedrijf. Stippellijn: het niveau 55% drogestof

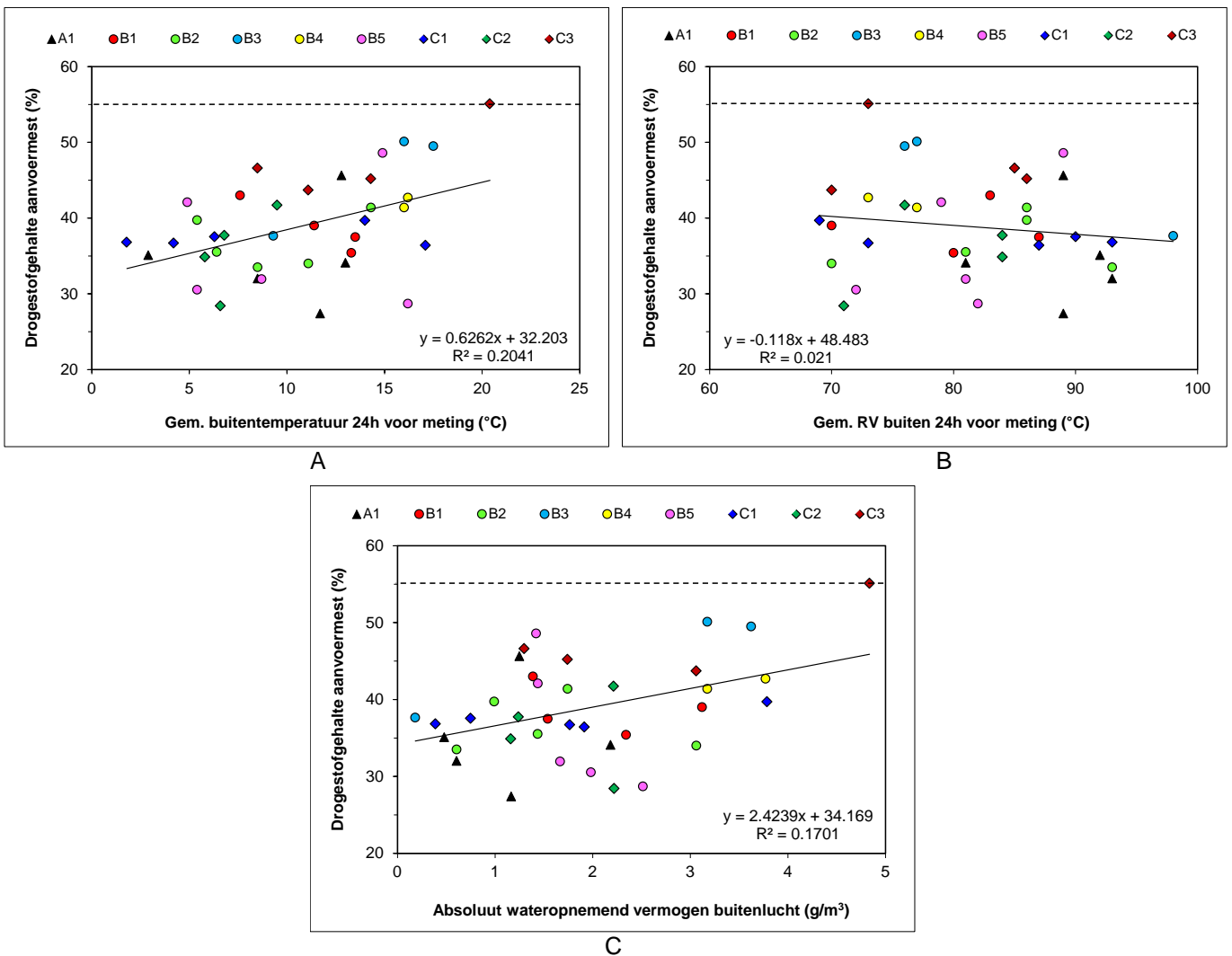
Uit de figuur blijkt dat het drogestofgehalte van de aanvoermest op het moment van monsternamen voor alle bedrijven gemiddeld beneden de 55% lag. Dit wil echter niet zeggen dat de 55% drogestof niet gehaald wordt op het moment dat de mest het droogstelsel in wordt gebracht. Wanneer het bijvoorbeeld drie dagen duurt voordat alle mestbanden een keer naar het mestdroogstelsel zijn afgedraaid en men bemonstert de aanvoermest vlak na het draaien van de banden, dan is de bemonsterde aanvoermest ca. twee dagen voorgedroogd. Deze aanvoermest heeft dan nog ca. één dag voordrogen voor de boeg. De bemonsterde aanvoermest in dit onderzoek geeft daarom per definitie een onderschatting van het werkelijke drogestofgehalte op het moment van indraaien.

Daarom is ook het drogestofgehalte van de laatst ingedraaide droogmest in het droogstelsel weergegeven (middelste balken in Figuur 9). Dit is mest dat volledig is voorgedroogd en daarnaast nog korte tijd is nagedroogd in het mestdroogstelsel. Deze mest geeft per definitie een kleine overschatting van het drogestofgehalte van het moment van indraaien. Het werkelijke gemiddelde drogestofgehalte tijdens het moment van indraaien heeft tussen de linker balk en middelste balk in

gezet. Uit de figuur kan geconcludeerd worden dat alleen bedrijf C3 op het moment van indraaien vermoedelijk een gemiddeld drogestofgehalte van 55% weet te behalen. Bedrijven A1, B2 en B3 bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 45%. De overige bedrijven B1, B4, B5, C1 en C2 bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 40%.

In Figuur 10 is het drogestofgehalte van de aanvoermest weergegeven als functie van de gemiddelde buitentemperatuur, van de gemiddelde luchtvochtigheid en van het gemiddelde absolute wateropnemend vermogen van de buitenlucht op de dag voor de meetdag.

Uit de figuur blijkt dat het drogestofgehalte van de aanvoermest toeneemt met de gemiddelde buitentemperatuur op de dag voor de meting. Tijdens warmere perioden verloopt het voordroogproces beter dan tijdens koudere perioden. Voor de relatieve luchtvochtigheid wordt geen duidelijke trend gevonden, wel voor het wateropnemend vermogen van de buitenlucht, berekend op basis van de gemiddelde luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht.



Figuur 10 Drogestofgehalte van de aanvoermest als functie van de gemiddelde buitentemperatuur (A), van de gemiddelde luchtvochtigheid (B), en van het gemiddelde absolute wateropnemend vermogen (C) van de buitenlucht op de dag voor de meetdag

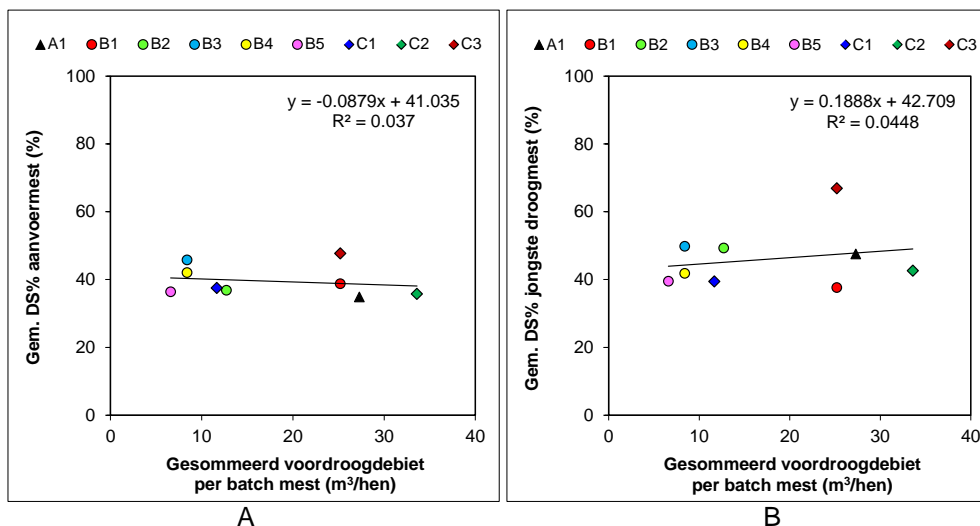
3.5 Drogestofgehalte van de aanvoermest en de mate van voordroging

In Tabel 1 is een aantal kenmerken weergegeven van het voordroogproces op de 9 bedrijven.

Tabel 1 Kenmerken van het voordroogproces op de 9 bedrijven in dit onderzoek

Bedrijf	Voordroogdebiet [m ³ /uur per hen]	Voordroogtijd [uur/dag]	Gem. verblijftijd [dagen]	Gesommeerd voordroogdebiet per batch mest [m ³ /hen]	Gem. DS% aanvoermest [%]	Gem. DS% jongste droogmest [%]
A1	0.65	24	1.75	27.3	34.8	47.5
B1	0.70	24	1.50	25.2	38.7	37.6
B2	0.53	24	1.00	12.7	36.8	49.3
B3	0.70	24	0.50	8.4	45.8	49.8
B4	0.70	24	0.50	8.4	42.1	41.8
B5	0.55	4	0.50	6.6	36.4	39.5
C1	0.35	24	1.39	11.7	37.4	39.4
C2	0.40	24	3.50	33.6	35.7	42.6
C3	0.70	24	1.50	25.2	47.7	66.9

De effectiviteit van het voordroogproces is o.a. afhankelijk van het toegepaste voordroogdebiet (m³/uur per hen), het aantal uren per dag waarop dit voordroogdebiet wordt ingezet en van de gemiddelde verblijftijd van de mest in de stal. De gemiddelde verblijftijd van de mest in de stal is gelijk aan de periode waarop de gehele stal een keer in het mestdroogstelsel is gedraaid gedeeld door twee. Bijvoorbeeld: duurt het twee dagen om alle stalresten in het droogstelsel te draaien, dan is de oudste keutel op het moment van indraaien 48 uur, is de jongste keutel net gevallen en is de gemiddelde verblijftijd in de stal 24 uur. Aan de hand van deze drie getallen kan berekend worden met hoeveel kuub voordroogglucht een batch stalresten in totaal is voorgedroogd, op hen-basis. Dit 'gesommeerde voordroogdebiet per batch mest' wordt weergegeven in de vijfde kolom van Tabel 1.



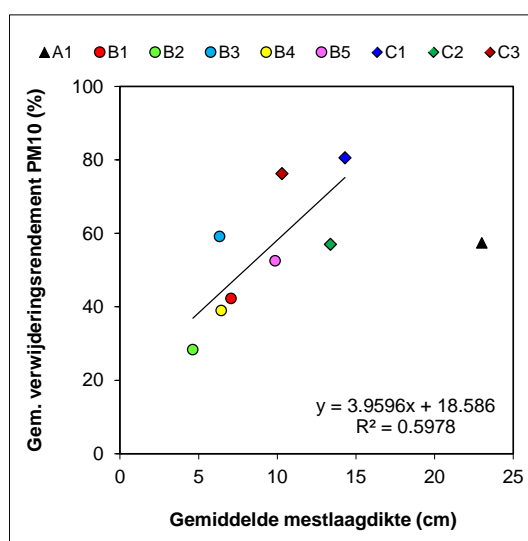
Figuur 11 Drogestofgehalte van de aanvoermest (A) en jongste droogmest (B) als functie van het 'gesommeerde voordroogdebiet per batch mest'

In Figuur 11 is het gemiddelde drogestofgehalte van de aanvoermest en de jongste droogmest weergegeven als functie van het 'gesommeerde voordroogdebiet per batch mest', per bedrijf. Uit de figuur blijkt dat het drogestofgehalte van de aanvoermest of de jongste droogmest in het mestdroogstelsel niet wordt beïnvloed door het totale aantal kuubs voordroogglucht waarmee de aanvoermest is behandeld.

Een aantal zaken kunnen bijdragen aan het ontbreken van een relatie in Figuur 11. Mogelijk is een gesommeerd voordroogdebiet van rond de 10 m³/hen reeds voldoende om de buitenste schil van de keutel te drogen en de ammoniakemissie uit de keutel aanzienlijk te verminderen, terwijl het drogestofgehalte van de totale keutel (schil en kern) niet of nauwelijks verder wordt verhoogd. Ook kan de onderzochte relatie zijn vertroebeld door verschillen in de aard van de drooglucht. Op de onderzochte bedrijven wordt zowel lucht uit een mengkast (een variërend mengsel van binnen- en buitenlucht) als lucht uit een warmtewisselaar gebruikt voor droging, waarvan het wateropnemend vermogen sterk kan fluctueren. Ook verschillen in het gehalte aan zouten in de mest (voer) tussen bedrijven kan voor verschillen zorgen; zouten in de mest bemoeilijken de verdamping van water uit deze mest. Tot slot is het aantal waarnemingen (één gemiddelde per bedrijf) klein.

3.6 Fijnstofreductie en mestlaagdikte

In Figuur 12 worden de gemiddelde afnames van de PM10 concentratie van de drooglucht bij het passeren van de droogmest weergegeven als functie van de gemiddelde laagdikte van de droogmest.



Figuur 12 Gemiddelde afname (%) van de PM10 concentratie van de drooglucht bij het passeren van de droogmest als functie van de gemiddelde laagdikte van de droogmest

Voor alle 9 bedrijven werd een duidelijke reductie van de PM10 concentratie gevonden bij het passeren van de drooglucht door de mestlaag. De gemiddelde verwijderingsrendementen voor PM10 liepen uiteen van 28 tot 81%. Figuur 11 laat een duidelijke trend zien van een met de mestlaagdikte toenemend verwijderingsrendement. Deze verwijdering van PM10 geldt alleen voor de lucht dat door het mestdroogstelsel wordt geblazen. De lucht die via bypassventilatoren direct uit de stal wordt uitgeworpen, wordt niet behandeld.

4 Conclusies

Uit dit onderzoek worden de volgende conclusies getrokken.

- Met het voordroogmanagement zoals toegepast op bedrijven in dit onderzoek wordt een drogestofgehalte van de aanvoermest van rond de 55% op één van de negen bedrijven behaald. Drie bedrijven bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 45%. Vijf bedrijven bereiken na voordrogen een gemiddeld drogestofgehalte van rond de 40%.
- Het drogestofgehalte van de aanvoermest wordt positief beïnvloed door het wateropnemend vermogen van de buitenlucht (en hieraan gekoppeld: hogere buitentemperaturen). Bij een hoger wateropnemend vermogen (c.q. hogere buitentemperaturen) verloopt het voordrogen beter dan tijdens lagere buitentemperaturen. Er is geen relatie gevonden tussen het drogestofgehalte van de voorgedroogde aanvoermest en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht of het totale volume voordrooglucht waarmee een batch aanvoermest is behandeld.
- De in dit onderzoek betrokken mestdroogsystemen toonden alle een substantiële reductie van de PM10 concentratie over de mestlaag (range van bedrijfsgemiddelden: 28 tot 81%) en deze reductie nam toe met de mestlaagdikte. Deze verwijdering van PM10 geldt alleen voor de lucht dat door het mestdroogstelsel wordt geblazen. De lucht die via stalventilatoren wordt uitgeworpen, wordt niet behandeld.
- De ammoniakemissie uit droogmest neemt af met het drogestofgehalte van die droogmest. Bij het niveau 55% drogestof is de extra ammoniakemissie uit de droogmest ca. 50% lager dan de ammoniakemissie uit nattere droogmest (<40% drogestof). Bij het niveau 65% drogestof is dit ca. 75%, bij het niveau 75% drogestof is dit ca. 80%.
- De ammoniakemissie uit droogmest neemt af met het drogestofgehalte van de aanvoermest. Bij het niveau 55% drogestof (van de aanvoermest) is de extra ammoniakemissie uit de droogmest ca. 60% lager dan de ammoniakemissie uit nattere droogmest (<40% drogestof).
- Het voordrogen van de mest tot ca. 55% drogestof leidt er vooral toe dat hoge ammoniakemissies in het beginstadium van het droogproces niet meer voorkomen. Ook bij drogestofgehalten van 55% en hoger blijft er sprake van extra emissie van ammoniak uit de droogmest. Hoewel drogestofgehalten van 55% en hoger het proces van ammoniakvorming en ammoniakemissie duidelijk remmen, zijn ze niet afdoende om het proces geheel stil te leggen.

Literatuur

- Chardon, W. J., and K. W. Van der Hoek. 2002. *Berekeningsmethode voor de emissie van fijn stof vanuit de landbouw [Calculation method for emission of fine dust from agriculture]*. Alterra-report 682 / RIVM-report 773004014. Wageningen, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Alterra and the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).
- Groot Koerkamp, P. W. G. 1990. *Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot, deel 4: Pluimvee [Towards animal houses with limit ammonia emissions, part 4: Poultry]*. Wageningen, the Netherlands: Stuurgroep Emissie-arme Huisvestingssystemen, Werkgroep Pluimvee.
- IKC-Veehouderij. 1994. *Vergelijking van systemen voor het drogen van leghennenmest [Comparison of systems for drying poultry manure]*. Publicatie nr. 20-94. Beekbergen, the Netherlands: Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Pluimveehouderij.
- Kroodsmma, W. 1989. Mogelijkheden voor mestbehandeling en vermindering van de ammoniakemissie op bedrijven. In *Perspectieven voor de aanpak van de mest- en ammoniakproblematiek op bedrijfsniveau, Themadag Ede, 30 mei 1989*. Wageningen, the Netherlands: DLO.
- RIVM. 2011. Annual national emissions of PM10; in total and per sector/source, for 2011. Bilthoven, the Netherlands: Emissieregistratie, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) [Pollutant Release and Transfer Register, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)]. Available at: <http://www.emissieregistratie.nl>. Accessed 18 June 2013.
- Takai, H., S. Pedersen, J. O. Johnsen, J. H. M. Metz, P. W. G. Groot Koerkamp, G. H. Uenk, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schröder, K. H. Linkert, and C. M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.* 70(1):59-77.
- Winkel, A., J. Mosquera, H. H. Ellen, R. A. Van Emous, J. M. G. Hol, G. M. Nijeboer, N. W. M. Ogink, and A. J. A. Aarnink. 2011. *Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in stallen met een droogtunnel [Dust emission from animal houses: laying hens in houses with a tunnel drying system]*. Report 280. Lelystad, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Livestock Research.
- Winkel, A., J. W. H. Huis in't Veld, G. M. Nijeboer, H. Schilder, T. G. Van Hattum, H. H. Ellen, and N. W. M. Ogink. 2014. *Emissies uit mestdroogsystemen op leghennenbedrijven bij dagontmesting en versneld drogen [Emissions from manure drying systems on layer farms using 24-h manure removal and rapid drying]*. Report 731, in press. Lelystad, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Livestock Research.

Bijlagen

Bijlage A Bedrijfsbeschrijving stal A1 met een droogzolder (Rav E 6.1)

Stal nummer	Stal A1
Algemene situatie	Eén stal levert mest en ventilatielucht aan een droogzolder in een droogloods verbonden met de eindgevel van de stal
Aantal hennen bij opzet	187.200
Huisvestingssysteem	Leghennenstal met koloniehuisvesting 10 systeemrijen, 4 + 4 etages
Luchtinlaat	- Mestbandbeluchting via warmtewisselaar - Ventilatiestroken in plafond boven systeemrijen
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: buitenlucht via warmtewisselaar Voordroogdebiet: 0,65 m ³ /uur per hen (121.000 m ³ /uur totaal)
Ventilatie via bypass	- via warmtewisselaar, 121.000 m ³ /uur (0,65 m ³ /uur per hen) - Blok van 25 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 130 cm, elk 44.850 m ³ /uur gezaamenlijk 1.121.250 m ³ /uur (6,0 m ³ /uur per hen) Totaal via bypass: 1.242.250 m ³ /uur (6,6 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogzolder	- 4 drukventilatoren tussen stal en opslagruimte, Ø 90 cm, elk 44.000 m ³ /uur (bij 250 Pa) Totaal via droogzolder: 176.000 m ³ /uur (0,94 m ³ /uur per hen)
Droogzolder	- In loods verbonden met achtergevel stal - Afmetingen droogvloer; 50 m lang; 8 m breed - Oppervlak droogvloer: 400 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 468 - Mestlaagdikte: 20–30 cm
Droogmanagement	- Mest storten en droogzolder weer vullen: handmatig, elke ma van 06:00–09:00 uur en do van 8:00–11:00 uur - Verblijftijd mest op droogzolder: ca. 3 (ma) of 4 (do) dagen - Mestbewerking: na ca. 1,5 dag drogen wordt de mest gewoeld/gekeerd - Nadroging in opslagruimte: maximaal 6–7 dagen; de mest wordt wekelijks opgehaald

Bijlage B Bedrijfsbeschrijving stallen B1 t/m B5 met een bandendroger (Rav E 6.4.1)

Stal nummer	Stal B1	Stal B2
Algemene situatie	Eén stal levert mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld onder een afdak langs zijde van de stal	Eén stal levert mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld onder een afdak langs zijde van de stal
Aantal hennen bij opzet	47.000	65.300
Huisvestingssysteem	Leghennenstal met koloniehuisvesting 9 systeemrijen, 4 + 4 etages	Leghennenstal met verrijkte kooien 6 systeemrijen, 6 etages
Luchtinlaat	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast - Inlaatventielen in de zijgevel	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast - Inlaatventielen boven in de zijgevel
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 0,7 m ³ /uur per hen	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 0,53 m ³ /uur per hen (34.660 m ³ /uur totaal)
Ventilatie via bypass	- Blok van 9 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 125 cm, elk 40.000 m ³ /uur Totaal via bypass: 360.000 m ³ /uur (7,7 m ³ /uur per hen)	- Blok van 10 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 130 cm, elk 40.000 m ³ /uur Totaal via bypass: 400.000 m ³ /uur (6,1 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogtunnel	- 3 v-snaar ventilatoren in zijgevel, Ø 125 cm, elk 40.000 m ³ /uur Totaal via droogtunnel: 120.000 m ³ /uur (2,6 m ³ /uur per hen)	- 6 v-snaar ventilatoren in zijgevel, Ø 130 cm, elk 40.000 m ³ /uur Totaal via droogtunnel: 240.000 m ³ /uur (3,7 m ³ /uur per hen)
Droogtunnel	- Merk: Salmat / Zonne-ei-farm - Positionering: langs zijde van de stal, onder afdak met open front - 1 droogtunnel met 10 lagen - Afmeting banden: 43,5 m lang, 1,11 m breed - Oppervlak banden: 483 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 97 - Mestlaagdikte: 6–7 cm	- Merk: Salmat / Zonne-ei-farm - Positionering: langs zijde van de stal, onder afdak met open front - 1 droogtunnel met 8 lagen - Afmeting banden: 73 m lang, 1,11 m breed - Oppervlak banden: 648 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 101 - Mestlaagdikte: 4–5 cm
Droogmanagement	- Mest afdraaien: dagelijks om 05:00 uur, op tijdsklok - Per keer wordt ca. 1/3 van de stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 3 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 3 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: de mest wordt in een container gestort in een kleine loods direct naast de stal en droogtunnel	- Mest afdraaien: dagelijks om 04:30 uur; handmatig - Per keer wordt 50% van de stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 2 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 2 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: de mest wordt in een oplegger gestort in een loods elders op het erf

Stal nummer	Stal B3	Stal B4
Algemene situatie	Twee stallen leveren mest aan 1 droogtunnel, opgesteld in een droogruimte in pandig in stal 3. Deze stal levert de ventilatielucht	Twee stallen leveren mest en ventilatielucht (via ondergrondse kanalen) aan een aparte loods met centrale drukgang en twee droogtunnels
Aantal hennen bij opzet	18.600 + 75.000 = 93.600 dieren	97.500 (stal 1) + 75.000 (stal 2) = 172.500
Huisvestingssysteem	Stal 1: leghennenstal met volièrehuisvesting Stal 2: leghennenstal in 2 etages met volièrehuisvesting	Stal 1: leghennenstal met koloniehuisvesting in 8 systeemrijen, stal 2: 2-etage leghennenstal met volièrehuisvesting in 5 systeemrijen
Luchtinlaat	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast (4 kasten in stal 2) - Inlaatventielen in zijgevels	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast (2 kasten per stal) - Inlaatventielen in zijgevels
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 0,7 m ³ /uur per hen	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 0,7 m ³ /uur per hen
Ventilatie via bypass	- 12 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 126 cm, elk 31.500 m ³ /uur (bij 20-25 Pa) Totaal via bypass: 378.000 m ³ /uur (4,0 m ³ /uur per hen)	- 32 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 140 cm, elk 36.000 m ³ /uur Totaal via bypass: 1.152.000 m ³ /uur (6,7 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogtunnel	- 8 drukventilatoren in achtergevel, Ø 90 cm, elk 31.200 m ³ /uur (bij 100 Pa) Totaal via droogtunnel: 249.600 m ³ /uur (2,7 m ³ /uur per hen)	- 12 drukventilatoren in vloer drukkamer (einde kanaal), Ø 92 cm, elk 26.500 m ³ /uur Totaal via droogtunnel: 318.000 m ³ /uur (1,8 m ³ /uur per hen)
Droogtunnel	- Merk: Jansen PE - Positionering: in pandig in ruimte stal 2 - 1 droogtunnel met 12 lagen - Afmeting banden: 17,9 m lang; 1,5 m breed - Oppervlak banden: 322 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 291 - Mestlaagdikte: 5–7 cm	- Merk: Jansen PE - Positionering: in aparte loods - 2 droogtunnels met elk 12 lagen - Afmeting banden: 39,6 m lang; 1,5 m breed - Oppervlak banden: 1426 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 121 - Mestlaagdikte: 5–7 cm
Droogmanagement	- Mest afdraaien: dagelijks, om 09:00 uur, op tijd klok - Per keer wordt alle stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 4 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 4 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: de mest wordt in een container gestort in een kleine loods direct naast de stal en droogtunnel	- Mest afdraaien: dagelijks, om 09:00 uur, handmatig - Per keer wordt alle stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 4 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 4 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: de mest wordt in een opslagloods gestort

Stal nummer	Stal B5
Algemene situatie	Eén stal levert mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld onder een afdak langs zij de zijgevel van de stal
Aantal hennen bij opzet	20.000
Huisvestingssysteem	Leghennenstal met volièrehuisvesting 6 systeemrijen
Luchtinlaat	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast - Inlaatventielen in zijgevels
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 22.000 m ³ /uur totaal; draait op 50% capaciteit; effectief 11.000 m ³ /uur en dit gedurende 4 uur per nacht. Het gemiddelde voordroogdebiet is daarmee 0,092 m ³ /uur per hen
Ventilatie via bypass	- 2 v-snaarventilatoren in achtergevel Ø 126 cm, elk 39.500 m ³ /uur Totaal via bypass: 79.000 m ³ /uur (4,0 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogtunnel	- 10 drukventilatoren in zijgevel, Ø 70 cm, elk 11.000 m ³ /uur Totaal via droogtunnel: 110.000 m ³ /uur (5,5 m ³ /uur per hen)
Droogtunnel	- Merk: Rijvers - Positionering: langs zij de stal, onder afdak met open front - 1 droogtunnel met 6 lagen - Afmeting banden: 44 m lang; 1,3 m breed - Oppervlak banden: 343 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 58 - Mestlaagdikte: 8–11 cm
Droogmanagement	- Mest afdraaien: elke maandag en donderdag, om 09:30 uur, handmatig - Per keer wordt alle stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 2 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 7 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: in een container in de droogtunnelruimte

Bijlage C Bedrijfsbeschrijving stallen C1 t/m C3 met een platendroger (Rav E 6.4.2)

Stal nummer	Stal C1	Stal C2
Algemene situatie	Eén stal levert mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld in een loods langs de zijgevel van de stal	Eén 3-etagestal levert mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld in een ruimte inpandig aan de stal
Aantal hennen bij opzet	100.000	78.000
Huisvestingssysteem	Leghennenstal met kooihuisvesting 7 systeemrijen, 4 + 4 etages	Leghennenstal in 3 etages met volièrehuisvesting 5 systeemrijen
Luchtinlaat	- Mestbandbeluchting via luchtmengkast - Inlaatventielen in zijgevels en voorgevel	- Mestbandbeluchting via warmtewisselaar - Inlaatventielen in zijgevels
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: luchtmengkast Voordroogdebiet: 35.000 m ³ /uur totaal, 0,35 m ³ /uur per hen. Maximaal is 70.000 m ³ /uur ofwel 0,7 m ³ /uur per hen mogelijk	Bron: buitenlucht via warmtewisselaar Voordroogdebiet: 0,4 m ³ /uur per hen (31.200 m ³ /uur totaal)
Ventilatie via bypass	- 12 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 126 cm, elk 31.500 m ³ /uur (bij 20-25 Pa) Totaal via bypass: 378.000 m ³ /uur (3,8 m ³ /uur per hen)	- via warmtewisselaar, 31.200 m ³ /uur (0,4 m ³ /uur per hen) - 9 v-snaar ventilatoren in achtergevel, Ø 125 cm, elk 36.000 m ³ /uur Totaal via bypass: 355.200 m ³ /uur (4,6 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogtunnel	- 8 drukventilatoren in zijgevel, Ø 90 cm, 31.200 m ³ /uur (bij 100 Pa) Totaal via droogtunnel: 249.600 m ³ /uur (2,5 m ³ /uur per hen)	- 6 drukventilatoren in achtergevel, Ø 99 cm, elk 32.000 m ³ /uur Totaal via droogtunnel: 192.000 m ³ /uur (2,5 m ³ /uur per hen)
Droogtunnel	- Merk: Dorset - Positionering: langs de stal, in loods langs de zijgevel - 1 droogtunnel met 6 lagen - Afmeting banden: 19,5 m lang, 1,96 m breed - Oppervlak banden: 229 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 436 - Mestlaagdikte: 11–16 cm	- Merk: Dorset - Positionering: langs de eindgevel, opgesteld in een inpandige ruimte achter de stal - 1 droogtunnel met 4 lagen - Afmeting banden: 19,5 m lang, 1,96 m breed - Oppervlak banden: 153 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 510 - Mestlaagdikte: 10–18 cm
Droogmanagement	- Mest afdraaien: dagelijks om 01:00, 07:00, 13:00 en 19:00 uur, op tijdsklok - Per keer wordt ca. 18% van de stalmest ingebracht. Per dag wordt 72% van de stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 2 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 2 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: los gestort in een loods	- Mest afdraaien: dagelijks om 07:00, 12:00 en 19:00 uur, op tijdsklok - Per keer wordt ca. 1/7 ^e deel van de stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 7 á 8 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 2,5 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: in een container in een loods

Stal nummer	Stal C3
Algemene situatie	Vier stallen leveren mest en ventilatielucht aan één droogtunnel, opgesteld in een loods nabij de stallen
Aantal hennen bij opzet	4x 16.060 = 64.240
Huisvestingssysteem	Vier leghennenstallen met volièrehuisvesting 3 systeemrijen per stal
Luchtinlaat	Inlaatventielen in de zijgevels
Voordroging in stal (mestbandbeluchting)	Bron: luchtmengkast zuigt 100% stallucht (1 kast per stal) Voordroogdebiet: 0,7 m ³ /uur per hen (12.000 m ³ /uur per kast)
Ventilatie via bypass	- 8 v-snaar ventilatoren in achtergevel (2 per stal), Ø 100 cm, elk 18.000 m ³ /uur - 4 v-snaar ventilatoren in achtergevel (1 per stal), Ø 130 cm, elk 35.000 m ³ /uur Totaal via bypass: 284.000 m ³ /uur (4,4 m ³ /uur per hen)
Ventilatie door droogtunnel	- 8 drukventilatoren in eindgevel (2 per stal), Ø 80 cm, 25.290 m ³ /uur (bij 100 Pa) Totaal via droogtunnel: 202.320 m ³ /uur (3,1 m ³ /uur per hen)
Droogtunnel	- Merk: Dorset - Positionering: in loods nabij de stallen - 1 droogtunnel met 4 lagen - Afmeting banden: 24,0 m lang, 1,96 m breed - Oppervlak banden: 188 m ² - Aantal hennen per m ² droogoppervlak: 341 - Mestlaagdikte: 9–12 cm
Droogmanagement	- Mest afdraaien: dagelijks om 07:30 en 15:00 uur, op tijd klok - Per keer wordt ca. 1/3 van de stalmest ingebracht - Aantal batches (leeftijden) in droogtunnel: 6 - Droogtijd mest in droogtunnel: ca. 3 dagen - Mestbewerking in droogtunnel: geen - Opslag: mest wordt los gestort in droogtunnelruimte



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info@livestockresearch.wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl