

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 254

Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie
uit de pluimveehouderij: effecten van
strooisellaagdikte

Juli 2009



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

Emissions of fine dust from poultry houses with floor bedding are high. In layer houses, applying a thin layer of bedding will reduce fine dust emission. In broiler houses, a thick layer of bedding will affect production results and is therefore not a suitable measure to reduce fine dust emissions from broilers.

Keywords

Fine dust, emission, layers, broilers, thickness, bedding

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

R.A. van Emous
J. van Harn
A.J.A Aarnink

Titel: Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: dikte van de strooisellaag
Rapport 254

Samenvatting

Uit pluimveestallen met strooisel emitteert veel fijnstof. Bij leghennen zal een dunnere strooisellaag een lagere fijnstofemissie geven. Bij vleeskuikens zal een dikkere strooisellaag slechtere technische resultaten geven en is dus niet interessant als maatregel voor fijnstofreductie.

Trefwoorden:

Fijnstofemissie, leghennen, vleeskuikens, dikte strooisellaag



Rapport 254

Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: effecten van strooisellaagdikte

R.A. van Emous

J. van Harn

A.J.A Aarnink

Juli 2009

Voorwoord

Nederland moet op korte termijn voldoen aan de Europese norm voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht. Om dit te bewerkstelligen dienen maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft daarom de Animal Sciences Groep van Wageningen UR (ASG) verzocht om een plan van aanpak uit te werken. Dit plan is specifiek gemaakt voor het ontwikkelen van praktijkrijpe bedrijfsoplossingen voor het terugdringen van de fijnstofemissie uit pluimveestallen. Het plan van aanpak is begin 2008 gereed gekomen en beschrijft een onderzoeksprogramma waarmee op zo kort mogelijke termijn reductietechnieken ontwikkeld worden en voor de praktijk beschikbaar komen. Dit programma wordt momenteel in opdracht van het ministerie uitgevoerd door ASG. Binnen dit programma kwam de vraag aan de orde in hoeverre de dikte van de strooisellaag invloed kan hebben op de fijnstof uitstoot. In het voorliggende rapport wordt hier in de vorm van een deskstudie op ingegaan. De resultaten uit deze studie zullen gebruikt worden bij de verdere uitwerking van het onderzoeksprogramma.

Dit onderzoek is uitgevoerd en gefinancierd binnen het beleidsondersteunende onderzoek (BO-05 thema 5 Luchtkwaliteit) van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Dr.ir. N.W.M. Ogink
ASG coördinator van het onderzoek naar stofreductie in de pluimveehouderij
Animal Sciences Groep van Wageningen UR

Samenvatting

Om te kunnen voldoen aan de Europese norm voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. In dit kader is door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) verzocht een plan van aanpak voor het ontwikkelen van praktijkrijpe bedrijfsoplossingen voor het terugdringen van de fijnstofemissie uit de pluimveehouderij uit te werken. Een belangrijk uitgangspunt daarbij is dat zoveel mogelijk effectieve en praktijkrijpe maatregelen vóór 2010 gereed dienen te zijn. Eén van de ideeën die geopperd zijn om fijnstofconcentraties en -emissies in pluimveestallen te verlagen is het aanpassen van de dikte van de strooisellaag. In dit rapport wordt ingegaan op de mogelijkheden hiervan voor vleeskuikens en legkippen in scharrel- en volièrehuisvesting.

De fijnstofemissie bij leghennen is afhankelijk van de dikte van de strooisellaag. In tegenstelling tot de situatie bij varkens betekent dit bij leghennen: hoe dikker de strooisellaag hoe hoger de emissie van fijnstof. Dit is echter wel gelimiteerd aan een bepaalde dikte waarboven nauwelijks extra fijnstof zal vrijkomen. Door de strooisellaag onder de 5 cm te houden denken we dat de fijnstofemissie ongeveer 20% lager zal zijn dan bij een strooiseldikte van 10 cm. Voor een strooisellaag van gemiddeld 2 cm schatten wij een reductie van de fijnstofemissie in van ca. 50% ten opzichte van een strooisellaag van 10 cm. Het toepassen van diepere aparte strooiselbakken in een stal biedt misschien mogelijkheden om de productie van fijn stof te reduceren.

Bij vleeskuikens zijn er aanwijzingen dat een dikke strooisellaag leidt tot een verslechtering van het technische resultaat. Uit de literatuur is niet bekend of een dikke strooisellaag resulteert in een lagere fijnstofemissie. Voor potdekstallen, waarin kuikens worden gehouden op strooisel/mest van voorgaande koppel(s) en dus de kuikens als het ware op een dikke laag (gebruikt) strooisel worden gehouden, zou de stofemissie zelfs hoger kunnen liggen. Het gebruik van lang stro zou mogelijk kunnen leiden tot een vermindering van de fijnstofemissie, maar het is aannemelijk dat hierdoor het technisch resultaat, de kuikenkwaliteit en het welzijn nadelig worden beïnvloed. Een dunnere strooisellaag zal in vergelijking met leghennen geen of een klein effect op de fijnstofemissie hebben.

Summary

To fulfill the requirements of the European standard on the maximum concentration of fine dust in the ambient air The Netherlands needs to take measures to reduce emissions of fine dust from the most important sources. Therefore, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality has commissioned the Animal Sciences Group of Wageningen UR to work out a plan of action to develop practical solutions to reduce fine dust emissions from poultry houses. One important starting point is that effective and practical measures must be ready before 2010. One of the mentioned ideas to reduce fine dust concentrations and emissions in poultry houses is to change the thickness of the bedding. This report focuses on the possibilities for broiler houses and laying hens in floor and aviary systems.

The emission of fine dust from laying hens is influenced by the thickness of the bedding. Contrary to pig houses, applying a thicker layer of bedding in layer houses will result in higher emissions of fine dust. This is, however, not linear; above a certain thickness of the bedding no extra fine dust will be produced. With a bedding layer of maximum 5 cm it is estimated that emission of fine dust will decrease with 20% compared to a bedding layer of 10 cm. For a bedding layer of 2 cm compared to 10 cm it is estimated that this will give a reduction of fine dust emission of approximately 50%. Introduction of separated bedding compartments in laying houses may be an opportunity to reduce the emission of fine dust.

There are indications that a thicker bedding for broilers results in a decrease of the technical results of the broilers. The relation between a thicker bedding and a lower emission of fine dust is not well-known from literature. There is some information about broiler houses with old litter, in which birds are kept on litter/manure from previous flocks. These birds live on a thicker bedding layer which can lead to a higher emission of fine dust. The use of long straw can possibly reduce the emission of fine dust, but the use of long straw as bedding material probably has a negative effect on production results, meat quality and welfare. A thinner bedding gives, compared to laying hens, no or only a small effect on the emission of fine dust.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary	5
1 Inleiding	1
2 Strooisel.....	2
2.1 Functie en soorten strooisel.....	2
2.2 Effect strooiselmateriaal op stofproductie	2
2.3 Resumerend strooiselmateriaal	3
3 Gedrag en fijnstofemissie	4
3.1 Voedselzoekgedrag	4
3.2 Stofbadgedrag	4
4 Mogelijkheden aanpassing strooisellaag en effect op stofproductie.....	5
4.1 Leghennen	5
4.2 Vleeskuikens.....	8
5 Conclusies.....	10
6 Aanbevelingen.....	11
Literatuur.....	12

1 Inleiding

Om te kunnen voldoen aan de Europese norm voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. In dit kader is door LNV verzocht een plan van aanpak voor het ontwikkelen van praktijkrijpe bedrijfsoplossingen voor het terugdringen van de fijnstofemissie uit de pluimveehouderij uit te werken. Een belangrijk uitgangspunt daarbij is dat zoveel mogelijk effectieve en praktijkrijpe maatregelen vóór 2010 gereed dienen te zijn (Ogink and Aarnink, 2008). Eén van de ideeën die geopperd zijn om fijnstofconcentraties en -emissies in pluimveestallen te verlagen is het aanpassen van de dikte van de strooisellaag. In dit rapport wordt ingegaan op de mogelijkheden hiervan voor vleeskuikens en legkippen in scharrel- en volièrehuisvesting.

Het doel van deze studie is te verkennen wat de mogelijkheden zijn om via aanpassing van de dikte van de strooisellaag de fijnstofemissie uit leghennen- en vleeskuikenstallen terug te dringen.

In hoofdstuk 2 wordt de functie van strooisel in pluimveestallen belicht en wordt aangegeven wat mogelijke effecten zijn van het strooiselmateriaal op de stofproductie. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het gedrag van kippen dat belangrijk bijdraagt aan de stofproductie. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de mogelijkheden verkend om de dikte van de strooisellaag aan te passen bij leghennen en bij vleeskuikens. Tevens wordt in dit hoofdstuk de verwachte effecten op de stofproductie en -emissie aangegeven. In hoofdstuk 5 tenslotte worden de belangrijkste conclusies van deze deskstudie weergegeven.

2 Strooisel

2.1 Functie en soorten strooisel

Belangrijke functies van strooisel zijn:

- het absorberen van vocht;
- het verdunnen van excreta/mest, hierdoor wordt de kans op direct contact tussen dier en mest sterk verminderd;
- het bieden van isolatie (koude vloer);
- het bieden van mogelijkheden tot het uitoefenen van specifieke gedragingen (bijv. stofbaden).

Goed strooisel kan omschreven worden als een materiaal dat veel vocht opneemt, het moet zacht en los zijn, het mag niet gemakkelijk samenklitten of een korst vormen, het moet goedkoop zijn en ruim beschikbaar. Daarnaast moet het strooisel natuurlijk 'schoon' zijn, d.w.z. vrij van schadelijke stoffen (pesticiden, toxische stoffen, e.d.). Houtkrullen zijn een geschikt strooiselmateriaal dat veel vocht opneemt, ruim beschikbaar en relatief goedkoop is. De laatste paar jaar is er een toename van het gebruik van hout(afval) als brandstof, hierdoor is de houtkrullen- en houtvezelmarkt onder druk komen te staan en de prijs van houtkrullen toegenomen. Stro is een goedkoop strooiselmateriaal dat voldoende beschikbaar is. De vochtabsorptie is afhankelijk van de strosoort en de lengte van het stro. Tarwestro neemt meer vocht op dan gerstestro en door het stro te hakselen neemt de vochtabsorptie toe.

Enkele voorbeelden van mogelijke strooiselmateriaal zijn:

- Houtkrullen
- Zaagsel (hout)
- Tarwestro
- Gerstestro
- Haverstro
- Vlaslemen
- Turfstrooisel
- Kokosstro
- Koolzaadstro
- Snijmaissilage

2.2 Effect strooiselmateriaal op stofproductie

Uit kostenoverwegingen passen pluimveehouders in pluimveestallen vaak slechts een minimale hoeveelheid strooiselmateriaal toe (minder dan 1 kg per m²). In de loop van de tijd gaat dit verteren en verstoffen en de hoeveelheid mest in het strooisel neemt verder toe. Deze mest is een belangrijke bron van stof. De eigenschappen van het strooiselmateriaal, de frequentie van bijstrooien of vervanging van strooisel en de dikte en het vochtgehalte van de strooisellaag kunnen van invloed zijn op de stofemissie. Daarnaast is het mogelijk strooisel vooraf te ontstoffen.

In een onderzoek met leghennen gehouden op de grond (Gustafsson en Von Wachenfelt, 2006) is het effect van het type strooiselmateriaal op o.a. de stofemissie bekeken. Hieruit bleek dat deze bij kleipellets het laagst was. De stofemissie bij kleipellets was echter niet (significant) verschillend van houtkrullen. In dit onderzoek werd naast deze materialen ook gravel, gehakseld stro en gehakseld papier meegenomen. De emissie van totaalstof bij kleipellets was 25% en 49% lager dan respectievelijk houtkrullen en gehakseld stro.

Bilgili (2000) vond dat er minder stof emitterde wanneer zand werd gebruikt als strooiselmateriaal bij vleeskuikens. Zand is in Nederland niet echt gewenst als strooiselmateriaal bij vleeskuikens. Zand is een zwaar product waardoor de kosten voor de mestafzet toenemen. Ook de afzet van deze mest richting mestcentrale (mestverbranding) is niet wenselijk. Daarnaast bevat zand vaak kleine steentjes die zich kunnen ophopen in de spiermaag en die de magenpellers in de slachterij kunnen beschadigen.

Voor leghennen is zand mogelijk wel een interessant strooiseltype, omdat het mogelijk positieve effecten heeft op het dier. Leghennen nemen de kleine steentjes op uit het zand en gebruiken dit in de spiermaag om hun voedsel te verteren. Zand wordt dan ook regelmatig gebruikt als strooiselmateriaal bij aanvang van de legperiode. Uit een

inventarisatie van ASG in 2006 (niet gepubliceerde data) bij leghennenbedrijven met alternatief gehouden dieren bleek dat in 27% van de stallen zand werd toegepast. Naast zand was vooral houtkrullen erg populair (49%) en bij een paar bedrijven werd gehakseld stro gebruikt (5%).

Bij het Proefbedrijf voor de Veehouderij (Geel, België) is onderzoek verricht naar het gebruik van turf. Uit deze studie bleek dat hoewel het turfstrooisel droger en ruller was in vergelijking met houtkrullen er geen verschillen waren in de stofconcentraties. Wel was de kuikenkwaliteit bij turf beduidend beter (minder voetzoollaesies en brandhakken). De technische resultaten bij turfstrooisel waren vergelijkbaar met die van houtkrullen (De Baere, 2006).

In het najaar van 2008 is bij ASG onderzoek verricht naar de effecten van strooiselmateriaal op de fijnstofemissie bij vleeskuikens. In dit onderzoek werd gekeken naar de fijnstofemissie (PM10 en PM2,5) bij houtkrullen, gehakseld tarwestro, gemalen koolzaadstro en snijmaissilage. Uit dit onderzoek bleek dat de PM2,5 emissie bij gebruik van snijmaissilage als strooiselmateriaal lager (-21%) was in vergelijking met houtkrullen. De PM2,5 emissie bij snijmaissilage was ten opzichte van tarwe- en koolzaadstro niet aantoonbaar verschillend. Het gebruikte strooiselmateriaal had geen aantoonbaar effect op de PM10 emissie.

2.3 Resumerend strooiselmateriaal

Door gerichte keuze van een strooiselmateriaal zou de fijnstofemissie uit vleeskuikenstallen kunnen verminderen. Het gebruik van snijmaissilage als strooiselmateriaal bij vleeskuikens gaf een reductie van de PM2,5 emissie, maar niet van de PM10 emissie. Bij leghennen gaf het gebruik van kleipellets een lagere emissie van totaalstof. Of het gebruik van kleipellets als strooiselmateriaal bij vleeskuikens ook resulteert in een lagere (fijn)stofemissie en welke effecten dit strooiselmateriaal heeft op het technisch resultaat, slachttrendementen en kuikenkwaliteit is niet bekend. Gelet op het hoge stofreductiepercentage bij leghennen, lijkt het perspectiefvol dit strooiselmateriaal ook bij vleeskuikens te onderzoeken.

3 Gedrag en fijnstofemissie

De twee belangrijkste gedragsuitingen van kippen die zorgen voor fijnstofproductie vanuit het strooisel kunnen we scharen onder het voedselzoek- en stofbadgedrag.

3.1 Voedselzoekgedrag

Er zijn sterke aanwijzingen dat voedselzoekgedrag ('scharrelen' in de volksmond) belangrijk is voor kippen. Onder seminatuurlijke omstandigheden zijn kippen een groot gedeelte van de dag (soms meer dan 90%) bezig met dit gedrag (Appleby et al., 2004). Maar ook in praktijkstallen waarbij de gehele dag voedsel beschikbaar is besteden kippen nog 25% van hun tijd aan voedselzoeken (Appleby et al., 1989). Het pikken naar en het krabben in het strooisel zijn de belangrijkste elementen van dit voedselzoekgedrag. Normaal krabben de kippen met beide poten door het strooisel, bewegen ze zich snel iets naar achteren en pikken ze naar de zaken die naar boven komen door hun gekrab. Het voedselzoekgedrag heeft in praktijkstallen een positief effect op de kwaliteit van het strooisel. Door het krabben in het strooisel wordt verse mest goed gemengd met het droge strooisel waardoor de verse mest sneller indroogt. Om het scharrelen te stimuleren strooien pluimveehouders soms graan. Er is geen onderzoek bekend dat het effect beschrijft tussen de dikte van de strooisellaag en het voedselzoekgedrag. Uit praktijkwaarnemingen weten we dat een dikkere strooisellaag, zeker in combinatie met graan strooien, meer voedselzoekgedrag geeft. Dit komt doordat een dikkere strooisellaag interessanter is dan een dunnere laag. De dieren hebben meer tijd nodig om de gehele laag te onderzoeken.

3.2 Stofbadgedrag

Een kip neemt in de regel eenmaal per twee dagen een stofbad. De algemene opvatting is dat kippen stofbaden om ectoparasieten te verwijderen (Simmons, 1964). In de huidige pluimveehouderij vormen ectoparasieten nog steeds een groot probleem. Daarnaast kan stofbaden een functie hebben bij de warmte-isolatie (Van Liere et al., 1989). Tijdens het stofbaden werkt het substraat als een kam, waardoor de onderste veerdelen donziger worden en de bovenste veerdelen zich beter aaneensluiten (Van Liere & Bokma, 1987). Het binnenste deel van het verenpak kan, omdat het donziger is door het kammen, meer lucht opnemen en zo een luchtkussen vormen. Het buitenste deel van het verenpak sluit dit luchtkussen beter af omdat het door het kammen beter aaneensluit. Vocht dat eventueel tussen de veren aanwezig was wordt door stofbaden verwijderd. Ook dit leidt tot een verbetering van de isolerende eigenschappen van het verenkleed.

Er is weinig bekend over de dikte van de strooisellaag die nodig is voor goed stofbadgedrag. Moesta et al. (2008) onderzochten of er verschillen zijn in stofbadgedrag bij een dikte van het strooisel van 2 of 20 cm. Zij concludeerden dat de strooiseldiepte minder van belang is dan de kwaliteit van het strooisel. Het is wel zo dat een dunnere strooisellaag sneller minder rul en vochtiger zal worden als er problemen ontstaan met de kwaliteit van de verse mest. Een dikkere strooisellaag heeft een groter bufferend vermogen om vocht op te slaan. Onderzoek naar het stofbadgedrag bij vleeskuikenouderdieren met een scharrelmat met een dun laagje strooisel (< 1 cm) heeft uitgewezen dat de dieren veel stofbaden (Van Emous et al., 2008). Verder bleek ook dat de stofbadduur niet veel korter was bij een scharrelmat ten opzichte van een grondstal met ca. 10 cm strooisel. Doordat er nauwelijks materiaal is om tussen de veren te doen schudden ze aan het einde van het stofbaden de veren niet uit. Het is de vraag of dit uitschudden een teken is van verminderd welzijn (ontbreken van gedrag) of dat het een praktisch aspect is. Omdat het idee bestaat dat een te dun laagje strooisel een negatief effect heeft op het stofbadgedrag wordt een minimale dikte toegepast. De organisatie voor biologische hennen Bioland (2007) adviseert een minimale dikte van 5 cm. Baumann (2006) adviseert een dikte van 10 cm die verlaagd kan worden naar 5 cm als er plaatsen zijn waar 20 tot 25 cm strooisel is.

4 Mogelijkheden aanpassing strooisellaag en effect op stofproductie

In dit hoofdstuk gaan we in op de huidige situatie en de mogelijkheden om de strooisellaag aan te passen. Verder schatten we in wat het effect is van een aanpassing van de strooisellaag op de fijnstofemissie.

4.1 Leghennen

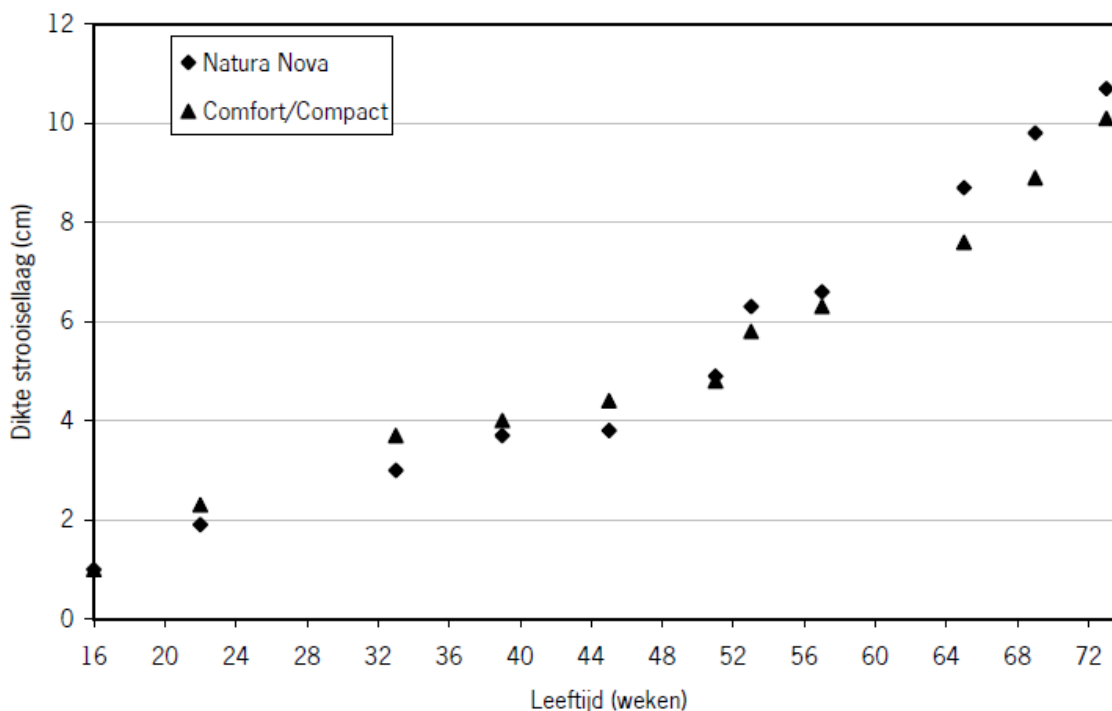
Regelgeving strooisellaagdikte

In het Legkippenbesluit (2003) wordt voor alternatieve huisvesting een norm gehanteerd van minimaal 250 cm² strooisel per kip. Verder moet minimaal een derde van de vloeroppervlakte bedekt zijn met strooisel. Het Legkippenbesluit zegt niets over de dikte van de strooisellaag.

Verloop strooisellaagdikte

Tijdens een onderzoek met twee verschillende voliëresystemen op Het Spelderholt te Beekbergen (Van Emous et al., 2004) werd de laagdikte van het strooisel gemeten (figuur 1). Bij de start van het koppel was de laagdikte van het strooisel ongeveer 1 cm terwijl dit aan het einde van de legperiode gegroeid was naar iets meer dan 10 cm. Opgemerkt wordt dat bij dit onderzoek gewerkt werd met een relatief lage bezettingsgraad en dus hadden de dieren veel strooiseloppervlakte (520 en 760 cm²). In de praktijk hebben kippen in voliëresystemen meestal 300 tot 400 cm² strooiseloppervlakte per dier tot hun beschikking. Door de hogere bezetting in praktijkstallen zal de strooiseldikte in praktijkstallen sneller toenemen.

Figuur 1 Verloop strooisellaagdikte bij twee verschillende voliëresystemen op Het Spelderholt (Van Emous et al., 2004).



Strooisellaagdikte in de praktijk

In de praktijk varieert de laagdikte van het strooisel van minder dan een centimeter (begin legperiode) tot ruim 10 cm aan het einde van de legperiode. Circa 25% van de legpluimveebedrijven start de legperiode met een kale betonvloer zonder strooisel. De andere helft strooit een laagje houtkrullen, zand of gehakseld stro. In de praktijk hebben pluimveehouders de voorkeur voor een dunne strooisellaag, omdat een dikke laag meer problemen kan geven met buitennesteieren. Het verzamelen van buitennesteieren kost erg veel tijd en ook voor de productkwaliteit zijn buitennesteieren ongewenst. Om de strooisellaag dun te houden wordt tijdens de legperiode een gedeelte van het strooisel vanuit de gangpaden op de etages geschept. Doordat de mestbanden onder de etages aanstaan verdwijnt een flink gedeelte van het strooisel uit de stal. De meeste pluimveehouders met voliërehuisvesting verwijderen circa tweemaal tijdens de legperiode op deze wijze een gedeelte van het strooisel.

Enkele pluimveehouders verwijderen frequenter (vijf- tot zesmaal) het strooisel waardoor de strooisellaag gemiddeld rond de 2 cm blijft. Na het verwijderen van het strooisel worden geen verse houtkrullen op de stalvloer aangebracht. In verband met de al eerder genoemde buitennesteieren willen de pluimveehouders de strooisellaag gedurende de gehele legperiode zo laag mogelijk houden.

Andere factoren van invloed op de strooisellaagdikte

Naast de bezettingsgraad en de leeftijd van de hennen wordt de dikte van de strooisellaag beïnvloed door het type kip en het huisvestingsstelsel.

Type kip. Bruine kippen (en ook de Silverrassen) zijn veel nieuwsgieriger dan witte kippen en deze bevinden zich dan meestal meer voorin de stal of afdeling. Dit veroorzaakt voorin de stal of afdeling een dikkere strooisellaag dan achterin de stal. Verder is het zo dat witte kippen minder op het strooisel komen en meer op de etages verblijven. Hierdoor produceren ze ook minder verse mest in het strooisel waardoor de strooisellaag dunner blijft.

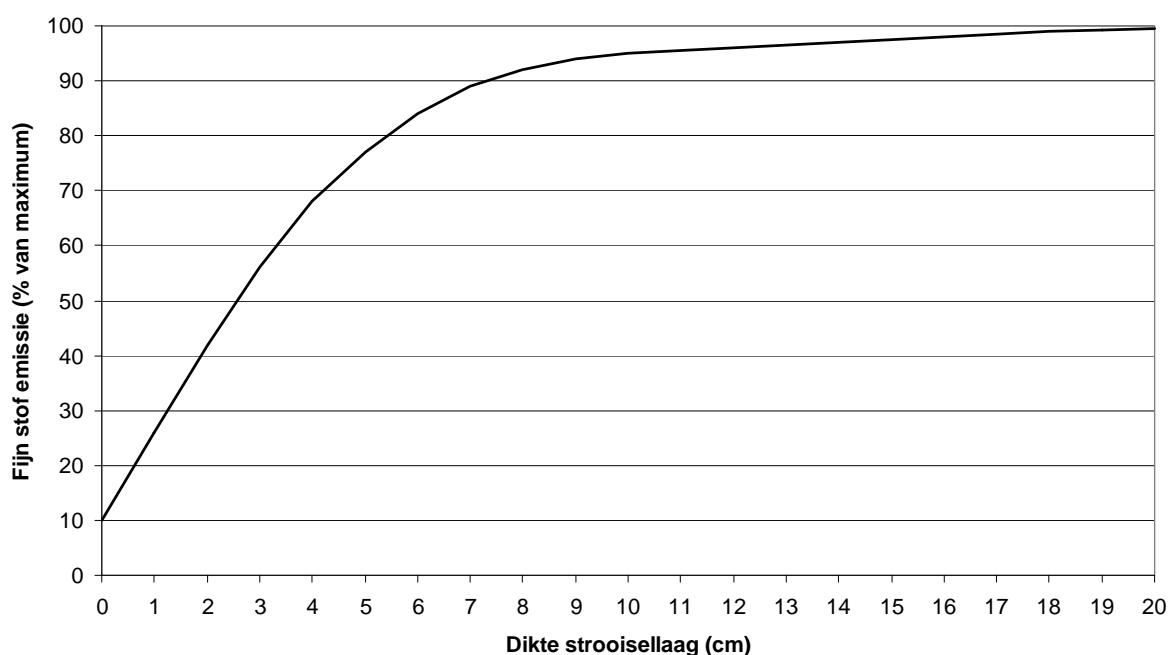
Huisvestingsstelsel: Bij huisvestingsystemen met één of meerdere etage(s) op de vloer van de stal blijft de strooisellaag in de regel dunner dan bij systemen met een volledige strooiselvloer (en alleen hogere etages; boven de 50 cm). Dit komt doordat kippen die na het stofbad naar een lage etage gaan het strooisel tussen de veren met zich meenemen. Daar aangekomen schudden ze het strooisel wat tussen de veren zit uit wat dus op de mestbanden komt. Bij hogere etages moeten de kippen vliegen en verliezen ze het strooisel onderweg (Van Emous et al., 2004).

Effect laagdikte strooisel op stofproductie

Er is geen onderzoek bekend over het effect van de dikte van de strooisellaag op de uitstoot van fijnstof. Daarom proberen we het effect te beredeneren. Als we een dikke en dunne laag strooisel met elkaar vergelijken dan zijn er enkele effecten die van invloed zijn op de uitstoot van fijnstof. Een dikke strooisellaag geeft ten opzichte van een dunne laag: droger strooisel, meer stof tussen de veren tijdens het stofbad en mogelijk meer scharrel- en stofbadgedrag. Aan de ander kant zal in een dikkere strooisellaag het fijnstof meer mogelijkheden hebben om zich te binden aan het strooisel.

We denken dat er een logaritmisch asymptotisch verband is tussen de dikte van de strooisellaag en de fijnstofemissie (figuur 2). Dit geldt naar verwachting voor laagdiktes tussen de 0 en 10 cm. Een strooisellaag met een dikte van 15 cm zal volgens onze verwachting ten opzichte van een 10 cm laag nauwelijks meer fijnstof geven. We schatten in dat een gemiddelde strooisellaag die onder de 5 cm wordt gehouden een verlaging van de fijnstofemissie zal geven van 10-20%. Een strooisellaag van rond de 2 cm dikte zal een reductie van circa 50% op de fijnstofemissie geven. Dan is het echter wel de vraag of de dikte van het strooisel nog voldoende is om aan de ethologische wensen van het dier te voldoen.

Figuur 2 Verwacht verloop van de fijnstofemissie in relatie tot de dikte van de strooisellaag



Bovenstaande is tegengesteld aan wat via indicatieve metingen is gevonden bij varkens in strooiselstallen (Aarnink et al., 2006). Tijdens dat onderzoek werd bij een dikkere strooisellaag juist minder stofontwikkeling gevonden. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat bij een strooisellaag bij varkens het onderste gedeelte vochtig is. Kippen produceren in tegenstelling tot varkens geen urine in vloeibare vorm. Bij kippen zit dit als urinezuur op de mestkeutels wat zich snel vermengt met de rest van het strooisel. Bij pluimveestallen zien we dat de gehele strooisellaag meestal volledig rul is en dat de onderster laag niet vochtig is. Dit betekent dat gesedimenteerd stof wat onderin de strooisellaag zit vanzelf weer vrijkomt als de kippen stofbaden of scharrelen in de strooisellaag.

Toepassen van aparte strooiselruimten

Een idee is om het stofbaden en intensief scharrelen te concentreren op bepaalde plekken in de stal. Door in een gedeelte van de stal verdiepte of diepere strooiselruimten aan te bieden die aantrekkelijk zijn voor de leghennen zal het meeste gedrag wat fijnstof veroorzaakt op die plekken plaats vinden. Aan de zijkant van de stallen kunnen strooiselruimten worden gecreëerd met droog en aantrekkelijk strooisel met een dikte van 20 cm. Alternatief gehouden legkippen moeten volgens het Legkippenbesluit (2003) minimaal 250 cm² strooisel per kip hebben. De voor dit idee benodigde oppervlakte aan strooiselbak per kip (S) kan als volgt worden bepaald:

$$S = \frac{(A \times f) \times d}{p}$$

A	= benodigde oppervlakte van een scharrelende/stofbadende kip	(cm ² per kip)
f	= frequentie van stofbaden	(aantal keer per kip per dag)
d	= duur van een stofbadsessie van een kip	(uur)
p	= dagelijkse tijdsperiode beschikbaar voor stofbadgedrag	(uur)

Voor scharrelen en stofbaden is respectievelijk minimaal 1.199 en 1.150 cm² per dier nodig (Baxter, 1992). We stellen de minimale oppervlakte (A) op 1.200 cm² strooiseloppervlakte per dier en gaan er van uit dat een leghen eenmaal per 2 dagen een stofbad neemt ($f = 0,5$). Verder bedraagt de periode waarin kippen stofbaden ongeveer 4 uur ($d = 4$, rond het midden van de dag) en hebben de kippen ca. 30 minuten nodig per stofbad ($p = 0,5$). Dit betekent dat de benodigde oppervlakte aan strooiselbak per kip (S) 75 cm² per kip bedraagt.

Het is wel zaak om bij de rest van de strooiseloppervlakte ($250 - 75 = 175$ cm² per kip) de dikte van de strooisellaag zo laag mogelijk te houden (rond de 1 cm). Verder is het natuurlijk mogelijk om bij de gescheiden strooiselruimte een voorziening te treffen om het vrijkomende fijnstof direct af te vangen en/of te verwijderen. Te denken valt aan ionisatie of olie over de ruimten te vernevelen voor aanvang van de lichtperiode.

We denken aan twee soorten manieren om het bovenstaande idee uit te voeren:

1. Separate strooiselbakken

Momenteel worden in scharrel- en voliërestallen de betonvloer volledig gebruikt als strooiselvloer. Een optie is om in een gedeelte van de betonvloer (zijkant stal) een kwalitatief betere strooiselvoorziening in te passen. We denken aan strooiselbakken waar de dieren de beschikking hebben over een dikkere strooisellaag van minimaal 10 cm en mogelijk dikker. Deze strooiselbak kan 's morgens worden afgesloten door een hekwerk zodat de kippen het niet gebruiken als legnest. De strooiselbak wordt na het eieren leggen (6-7 uur nadat het licht is aangegaan) eventueel nat gemaakt met een waterfilm of olie. Daarna krijgen de dieren toegang tot de bak tot aan het einde van de lichtperiode.

2. Semi-afgesloten strooiselruimten

Een andere mogelijkheid is om een meer natuurlijke omgeving te creëren door half afgesloten scharrel- en stofbadruimtes aan te bieden. Dit kan net als optie 1 aan de zijkant van de stal waarbij er boven een strooiselgedeelte een bedekking wordt geïnstalleerd op minder dan een meter hoogte. Dit is opklapbaar om arbeidstechnische redenen (controle en schoonmaken) en eventueel voorzien van een mogelijkheid om het stof af te vangen (bijvoorbeeld ionisatie). Op deze manier wordt de fijnstofproductie in een klein gedeelte van de stal geconcentreerd en is het mogelijk om de emissie te beperken. Verder is het mogelijk om dit in de diverse voliëresystemen te integreren; bijvoorbeeld onder de onderste etage van de stellingen. Daar is al sprake van een bedekking boven de dieren en deze kan aangepast worden voor het bovenstaande idee.

De verwachting is dat we met bovenstaande oplossingen een reductie van circa 30% of meer op de fijnstofemissie kunnen realiseren.

4.2 Vleeskuikens

Zoals in hoofdstuk 2 al is vermeld, is eind 2008 door ASG onderzoek uitgevoerd waarbij vier strooiselmaterialen werden vergeleken. In dit onderzoek werden de strooiselmaterialen houtkrullen, gehakseld tarwestro, gemalen koolzaadstro en snijmaissilage onderzocht. Alle strooiselmaterialen werden bij twee hoeveelheden getest. Uit dit onderzoek bleek dat de hoeveelheid strooiselmateriaal geen invloed had op de technische resultaten en de slachtrendementen. Ondanks het feit dat het strooisel droger was bij een grotere hoeveelheid strooiselmateriaal, waren er geen verschillen in kuikenkwaliteit. Ook waren er geen verschillen in de mate van rulheid.

Door Van Harn et al. (2009a) is recentelijk de relatie onderzocht van het drogestofgehalte van het strooisel en de emissie van PM10 en PM2,5. Uit de analyse bleek dat bij een toenemend drogestofgehalte de emissie van zowel PM10 als PM2,5 toenam. Ook zag hij dat bij een toenemend drogestofgehalte van het strooisel er minder problemen waren met voetzollaesies en dat de groei per dag toenam. De betere groei wordt door Van Harn toegeschreven aan de betere mobiliteit doordat de kuikens minder hinder ondervinden van pijnlijke voetzooltjes.

In België is het gebruik van houtkrullen in twee hoeveelheden (1 en 1,5 kg/m²) onderzocht. Uit dit onderzoek bleek dat er geen duidelijke verschillen waren tussen deze twee strooiselhoeveelheden. Het technisch resultaat, strooiselkwaliteit en kuikenkwaliteit waren vergelijkbaar bij deze twee hoeveelheden. Tevens werd het gebruik van gehakseld tarwestro bij twee hoeveelheden (1,5 vs. 2 kg/m²) onderzocht. Het gebruik van 2 kg tarwestro leek te resulteren in een beter technisch resultaat. Er waren geen verschillen in drogestofgehalte van het strooisel, maar bij de dikkere strooisellaag werden meer voetzollaesies geconstateerd en was er een trend naar meer hakirritaties en meer bevuilding. Er werden geen verschillen waargenomen in technische resultaten tussen houtkrullen en tarwestro, maar er was wel een duidelijk verschil in strooiselkwaliteit. Bij tarwestro was het drogestofgehalte van het strooisel lager en werd meer korstvorming geconstateerd dan bij houtkrullen. Ook werden bij gebruik van tarwestro meer voetzollaesies gevonden (De Baere, K. en J. Zoons, 2004a; 2004b). In Nederlands onderzoek leek juist het gebruik van meer tarwestro (1,25 vs. 2,5 kg) te neigen naar een slechter technisch resultaat. Op 21 dagen leek het aantal voetzollaesies bij 2,5 kg tarwestro minder te zijn, maar later in de mestperiode was de incidentie gelijk tussen beide strooiselhoeveelheden. Ook in dit onderzoek bleek dat het aantal voetzollaesies bij tarwestro hoger is in vergelijking met houtkrullen, ondanks het feit dat er geen verschillen waren in het drogestofgehalte van het strooisel Van Harn et al. (2009b).

In Amerika is het gebruikelijk dat kuikens worden gehouden op hetzelfde strooisel als de voorgaande koppel. Vaak wordt dan een dunne laag schoon strooisel over het oude strooisel gegooid al of niet in combinatie met een toevoegmiddel, bijv. (landbouwzure) poederkalk. Dit laatste wordt gedaan om het strooisel enigszins te ontsmetten. In een factsheet van het Ministerie van Landbouw van British Columbia (Anonymus, 1999) wordt aangegeven dat de stofemissie mogelijk hoger is wanneer vleeskuikens gehouden worden op oud strooisel, met name in de zomer.

Het is niet ondenkbaar dat het gebruik van ongehakseld stro resulteert in een lagere fijnstofemissie. Immers, door de grovere structuur kan het stof mogelijk wegzakken tussen het strooisel waardoor het minder makkelijk emitteert. Daarnaast nodigt lang strooisel niet uit tot stofbaden, waardoor er mogelijk minder (fijn)stof in de stal wordt gevormd. Immers bij stofbaden schudt een kip zich in met (fijn) strooiselmateriaal, bij het uitschudden van de veren komt mogelijk fijnstof vrij. Keerzijde van het gebruik van lang strooisel is dat dit strooisel minder makkelijk te verdelen is over het vloeroppervlak en daarnaast kunnen (jonge) kuikens moeite hebben zich voort te bewegen in dit strooisel. Daarnaast kan het welzijn van het dier (vleeskuiken) worden aantast, omdat enerzijds het dier in dit materiaal niet echt stofbadgedrag kan vertonen en anderzijds lang strooisel minder goed water absorbeert, waardoor de kans op huidirritaties (borstblaren, voetzollaesies, brandhakken) toeneemt. Als pluimveehouders willen dat kuikens 'droog' liggen, dan zullen ze een dikke laag strooisel moeten toepassen.

Het gebruik van een dikke strooisellaag (>10 cm) kan tot gevolg hebben dat de kuikens moeite hebben zich te bewegen over het strooisel (Ross Broiler Manual, 2009). Dit effect werd ook waargenomen bij recent onderzoek in Nederland. Hier was duidelijke zichtbaar dat bij gehakseld tarwestro de (jonge) kuikens bij de hoogste dosering (2,5 kg/m²) zich moeilijker konden verplaatsen (kuikens zakten weg). Ook een oneffen strooisellaag kan het gevolg zijn van een te dikke strooisellaag. Hierdoor kunnen kuikens zich moeilijker bewegen, komen minder gemakkelijk bij het voer en water met als gevolg een slechtere uniformiteit (Ross Broiler Manual 2009). Een dikke strooisellaag kan er ook voor zorgen dat jonge kuikens moeilijk toegang kunnen krijgen tot het voer.

Bij vleeskuikens is niets bekend over het dunner houden van de strooisellaag gedurende de groeiperiode. Praktisch gezien is het moeilijk realiseerbaar omdat er geen voorziening (b.v. mestbanden bij leghennen) in de

stal aanwezig is om het strooisel op een eenvoudige manier te verwijderen. Verder zal het effect bij vleeskuikens niet hoog zijn doordat het strooisel niet zo rul is dan bij leghennen.

5 Conclusies

De fijnstofemissie bij leghennen wordt waarschijnlijk beïnvloed door de dikte van de strooisellaag. In tegenstelling tot de situatie bij varkens betekent dit bij leghennen: hoe dikker de strooisellaag hoe hoger de emissie van fijnstof. Dit is echter waarschijnlijk wel gelimiteerd aan een bepaalde dikte waarboven nauwelijks extra fijnstof zal vrijkomen. Door de strooisellaag onder de 5 cm te houden denken we dat de fijnstofemissie ongeveer 20% lager zal zijn dan bij een strooiseldikte van 10 cm. Een strooisellaag van gemiddeld 2 cm zal ten opzichte van 10 cm een reductie van de fijnstofemissie geven van ca. 50%. Het toepassen van diepere gescheiden strooiselvoorzieningen in een stal biedt mogelijkheden om de productie van fijnstof te reduceren.

Bij vleeskuikens zijn er aanwijzingen dat een dikke strooisellaag leidt tot een verslechtering van het technische resultaat. Uit de literatuur is niet bekend of een dikke strooisellaag resulteert in een lagere fijnstofemissie. Voor potdekstallen, waarin kuikens worden gehouden op strooisel/mest van voorgaande koppel(s) en dus de kuikens als het ware op een dikke laag (gebruikt) strooisel worden gehouden, wordt aangegeven dat de stofemissie zelfs hoger zou kunnen liggen. Het gebruik van lang stro zou mogelijk kunnen leiden tot een vermindering van de fijnstofemissie, maar het is aannemelijk dat hierdoor het technisch resultaat, de kuikenkwaliteit en het welzijn nadelig worden beïnvloed. Een dunnere strooisellaag zal in vergelijking met leghennen geen of een klein effect hebben.

6 Aanbevelingen

Op grond van deze studie worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Onderzoek verrichten naar het werkelijke effect van de dikte van de strooisellaag op de fijnstofemissie bij leghennen in volièresystemen.
- Onderzoek verrichten naar de effectiviteit van alternatieve strooiselruimten bij leghennen, zoals separate strooiselbakken en semi-afgesloten strooiselruimten, om concentraties en emissies van fijnstof te reduceren. In dit onderzoek zullen ook de effecten op het scharrel- en stofbadgedrag moeten worden vastgesteld.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A. & H.H. Ellen, 2006. Processen en factoren bij fijn stofemissie in de veehouderij. Rapport 11, Animal Sciences Group, Wageningen UR. 25 p.
- Anonymus, 1999. Management of Dust in Broiler Operations. Poultry Factsheet Ministry of Agriculture and Food of British Columbia. December 1999.
- Appleby, M.C. & I.J.H. Duncan, 1989. Development of perching hens. *Biology of behaviour* 24, (157-168).
- Appleby, M.C., J.A. Mench & B.O Hughes, 2004. *Poultry behaviour and welfare*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Baumann, W., 2006. Ein Stall für die Hühner - nicht umgekehrt. Stallbauliche Aspekte in alternativen Legehennenhaltungen. In: Knierim, U., Schrader, L., Steiger, A. (Eds.), *Alternative Legehennenhaltung in der Praxis: Erfahrungen, Probleme, Lösungsansätze, Sonderheft 302*. FAL Agricultural Research, Landbauforschung Völkenrode, (45-54).
- Baxter, M.R., 1992. The space requirements of houses livestock. In: *Farm animals and the environment*. Phillips, C. and Piggins (Eds.), Chapt 4, 67-81.
- Bilgili et al, 2000. Turning trash into treasure: sand as bedding material for rearing broilers. *Highlights of Agricultural Research* Volume 47 Number 1.
- Bioland, 2007. Erzeugerrichtlinien.
<http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/bioland/qualitaet%20+%20richtlinien/erzeuger-richtlinien.pdf>
- Carey et al., 2004. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 2. Flock and house management factors. *J. Appl. Poult. Res.* 13: 509-513.
- De Baere, K. en J. Zoons, 2004a. Strooisel bij vleeskuikens: hoeveelheid houtkrullen en stro. *Pluimvee* nr. 39.
- De Baere, K. en J. Zoons, 2004b. Strooiselmateriaal in pluimveestallen. *Pluimvee* nr. 40.
- De Baere, K., 2006. Gebruik van turfstrooisel en voeders met lager eiwitgehalte bij vleeskuikens. *Pluimvee* nr. 43.
- Gustafsson, G. en E. von Wachenfelt, 2006. Airborne dust control measures for Floor housing system laying hens. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript BC 05 018. Vol. VIII. August, 2006.
- Legkippenbesluit, 2003. Besluit van 27 mei 2003, houdende regels voor de huisvesting en verzorging van legkippen (Legkippenbesluit 2003), *Staatsblad* 2004, (40).
- Moesta, A., U. Knierim, A.Briese & J. Hartung, 2008. The effect of litter condition and depth on the suitability of wood shavings for dustbathing behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 115 (2008), (160-170).
- Ogink, N. W. M., and A. J. A. Aarnink. 2008. Plan van aanpak bedrijfsoplossingen voor fijnstofreductie in de pluimveehouderij. Rapport 113, Animal Sciences Group, Divisie Veehouderij, Lelystad. 18 p.
- Ross Broiler Management Manual, 2009.
- Simmons, K.E.L, 1964. Feather maintenance. In: A.L. Thompson. *A New Dictionary of Birds*, (278-286). New York: McGraw-Hill.
- Van Emous, R.A., H.H. Ellen & Th.G.C.M. Fiks-van Niekerk, 2004. Inrichting, verlichting, ammoniak en stof bij voliëronderzoek (2^e proef). *PraktijkRapport Pluimvee* 14. ISSN 1570-8624.
- Van Emous, R.A., I.C. de Jong, H. Gunnink & M. Wolthuis-Fillerup, 2008. Scharrel- en stofbadgedrag vleeskuikenouderdieren in het Veranda systeem. *Vertrouwelijk rapport* 118.

Van Harn, J., A.J.A. Aarnink en J. Mosquera Losada, 2009a. Effect strooiselmateriaal op fijnstof- en ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. Rapport 217, Animal Sciences Group, Wageningen UR. 36 p.

Van Harn, J., 2009b. Effect strooiselmateriaal, hoeveelheid strooisel, gebruik opvangschotel en waterdruk op resultaten vleeskuikens. Inleiding Sectormiddag vleeskuikens, Wijchen 18 maart 2009.

Van Liere, D.W. and S. Bokma, 1987. Short term feather maintenance as a function of dustbathing in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 18, (197-204).

Van Liere, D.W., S.E. Aggrey en J. Kooijman, 1989. Het stofbad van kippen in verschillende substraten. In: Van Rooijen, J. (samensteller). *De kip als proefkonijn in het gedragsonderzoek (The chicken as guinea pig in behavioral research)*, (78-93). Beekbergen: Centrum voor Onderzoek en Voorlichting voor de Pluimveehouderij.