

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 560

Effect van huisvestings- en management-
maatregelen op de ammoniakemissie bij
leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en
eenden

Januari 2012



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

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, 2012

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

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research 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 en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

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 gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

This report describes potential measures on housing and management to reduce ammonia emission from laying hen, broiler, turkey and duck houses.

Keywords

Ammonia emission, housing, management, laying hens, broilers, turkeys, ducks

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

Jan van Harn
Hilko Ellen
Teun Veldkamp
André Aarnink

Titel

Effect van huisvestings- en managementmaatregelen op de ammoniakemissie bij leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden

Rapport 560

Samenvatting

In dit rapport worden de effecten beschreven van huisvestings- en managementmaatregelen die een reducerend effect hebben op de ammoniakemissie bij (opfok-)leghennen, vleeskuikens, eenden en kalkoenen

Trefwoorden

Ammoniakemissie, huisvesting, management, leghennen, vleeskuikens, kalkoenen, eenden



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 560

Effect van huisvestings- en management-
maatregelen op de ammoniakemissie bij
leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en
eenden

Effect of housing and management on
ammonia emissions from laying hen,
broiler, turkey and duck houses

Jan van Harn
Hilko Ellen
Teun Veldkamp
André Aarnink

Januari 2012

**Dit onderzoek is uitgevoerd met subsidie van het
Productschap Pluimvee en Eieren (PPE)**



Voorwoord

Het terugdringen van de emissie van ammoniak uit stallen is al jaren een belangrijk onderwerp in de Nederlandse veehouderij. Om de in EU-verband gestelde doelstelling voor maximale emissiereductie te realiseren is onder andere het Besluit huisvesting opgenomen in de wet- en regelgeving. Dit besluit verplicht het gebruik van emissiereducerende technieken voor alle bestaande stallen in de varkens- en pluimveehouderij per 1 januari 2013. Daarbij mag de emissie niet boven een vastgestelde grenswaarde komen. Voor een relatief kleine groep bedrijven stuit het toepassen van de in Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) opgenomen technieken op praktische of financiële problemen. Deze groep bedrijven zou door het combineren van maatregelen, die ieder voor zich niet voldoen aan de grenswaarde, mogelijk wel aan de eisen van het besluit kunnen voldoen. Ook kunnen de maatregelen worden toegepast door bedrijven die op termijn willen stoppen om te voldoen aan de gestelde eisen. In dit rapport worden perspectiefvolle maatregelen beschreven die een verlaging geven van de ammoniakemissie uit traditionele stallen voor (opfok-)leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden. Er is aangegeven of de maatregelen gecombineerd kunnen worden en welk verwacht effect dit heeft op de emissie. Tevens is gekeken naar de effecten van de maatregelen op welzijn, energieverbruik en andere emissies. Verder wordt in dit rapport ingegaan op mogelijkheden tot controle en handhaving van de maatregelen.

De maatregelen genoemd in dit rapport kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het realiseren van de gestelde doelstellingen met betrekking tot de maximale ammoniakemissie in Nederland. Dit project is gesubsidieerd door het Productschap Pluimvee en Eieren (PPE) en begeleid door de klankbordgroepen leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden. Wij zijn de klankbordgroepen hier zeer dankbaar voor.

Mede namens de auteurs,

Teun Veldkamp
Projectleider

Samenvatting

In dit rapport zijn, op verzoek en met subsidie van het Productschap Pluimvee en Eieren (PPE), mogelijkheden geïnventariseerd om de ammoniakemissie op leghennen-, vleeskuiken-, kalkoenen- en eendenbedrijven te verminderen door relatief eenvoudige maatregelen op het gebied van voeding¹, huisvesting en management of één of meerdere combinatie(s) van maatregelen. Tevens is gekeken naar de effecten van de maatregelen op welzijn, energieverbruik en emissies. De maatregelen zijn vooral interessant voor pluimveehouders die hun bedrijf op relatief korte termijn (binnen 10 jaar) willen beëindigen. Voor deze bedrijven is het investeren in vergaande huisvestingsmaatregelen vaak geen reëel alternatief. Voor dergelijke ondernemers kan het toepassen van eenvoudige maatregelen of gecombineerde maatregelen een goede optie zijn om tegen relatief lage kosten toch te voldoen aan de eisen die zijn gemaakt in het Actieplan Ammoniak Veehouderij. Op deze wijze kunnen de bedrijven die op relatief korte termijn willen stoppen nog een aantal jaren hun bedrijf voortzetten, zonder te hoeven investeren in dure huisvestingsconcepten of luchtwassers. In dit rapport worden perspectiefvolle maatregelen beschreven die een verlaging geven van de ammoniakemissie in traditionele stallen voor (opfok-)leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden. Daarnaast wordt aangegeven of combinatie(s) van bepaalde maatregelen mogelijk zijn en hoe de maatregelen kunnen worden gecontroleerd en gehandhaafd.

Uit de deskstudie blijkt dat er voor de genoemde sectoren mogelijkheden liggen om via huisvestings- en managementmaatregelen of combinaties hiervan, de emissie van ammoniak uit traditionele stallen te verlagen. In onderstaande tabel zijn de perspectiefvolle maatregelen op het gebied van huisvesting en management en de te verwachten ammoniakreducties per sector weergegeven.

Samenvatting tabel 1 Overzicht van perspectiefvolle huisvesting- en managementmaatregelen per pluimveesector om ammoniakemissie uit stallen te verminderen

Maatregel	Opfok- leghennen	Leg- hennen	Vlees- kuikens	Vlees- kalkoenen	Vlees- eenden
<i>Managementmaatregelen</i>					
Afleverstrategie			15-50% ¹		
Langere leegstand	5-25%	1-10%	5-15% ¹	5-30%	3-30%
Strooiselmanagement: type strooisel (snijmaïssilage)			50%		
Strooiselmanagement: tussentijds vervangen				40%	
<i>Huisvestingsmaatregelen</i>					
Mobiele voer- en drinklijn			35%		
Conditionering inkomende lucht			30-45%		
Beluchting strooisel			>50%		
Vloerverwarming en -koeling				40-45%	40-45%
Waterwasser	10-30%	10-30%	10-30%	10-30%	10-30%

¹ Door het combineren van deze twee maatregelen kan de reductie van de ammoniak oplopen tot meer dan 60%

Combinatie van bovengenoemde maatregelen of met voedingsmaatregelen kunnen naar verwachting leiden tot een aanzienlijk reductie van de ammoniakemissie uit pluimveestallen. De keuze voor een bepaalde maatregel of combinatie van maatregelen moet natuurlijk passen bij de bedrijfsvoering en bij de (pluim)veehouder.

De in dit rapport besproken maatregelen zijn nu niet opgenomen in de wet- en regelgeving. Nagegaan moet worden of bovengenoemde maatregelen of combinaties ervan kunnen worden opgenomen in de bijlage(n) van de Rav. Maatregelen op het gebied van huisvesting zijn eenvoudig te controleren op hun aanwezigheid, daarnaast wordt door het registreren van het aantal draaiuren het daadwerkelijk gebruik van een bepaald systeem gewaarborgd. Managementmaatregelen zijn te controleren via de administratie (aan-/afvoer van dieren, voerbonnen, aankoopnota's, e.d.). Door daarnaast steekproefsgewijs controles (via afleverbonnen) uit te voeren of een product (additief,

¹ De voedingsmaatregelen worden beschreven in rapport 'Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding' van Veldkamp et al (in press)

strooisel materiaal, e.d.) ook daadwerkelijk wordt gebruikt zou ook dit voldoende gewaarborgd kunnen worden.

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat het via eenvoudige huisvesting-, management- en voedingsmaatregelen mogelijk is de ammoniakemissie uit stallen voor (opfok-)leghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden te reduceren. Invoering van deze maatregelen zal echter het nodige vergen van de pluimveehouder (primaire industrie), voerindustrie/-leveranciers, lokale en nationale overheden en controlerende instanties. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat het niet altijd duidelijk is of voor eenden bepaalde maatregelen ook daadwerkelijk resulteren in een reële reductie van de ammoniakemissie. Reden hiervan is dat het vochtgehalte in de strorijke mest van eenden nogal afwijkt van de andere in dit rapport besproken pluimveesoorten. Daarnaast wordt bij eenden dagelijks vers strooisel bijgestrooid.

Summary

This project was sponsored by the Dutch Product Board for Poultry and Eggs.

This report describes potential relatively simple measures on nutrition², housing and management to reduce the ammonia emission from laying hen, broiler, turkey and duck houses. Also the effect of combination of these measures on the ammonia emission reduction are given. This is especially important for poultry farmers that don't opt for a large extension of their farm or for new buildings, but opting for closing their poultry farm within the next ten years. With these measures they don't have to invest in expensive housing equipment or air scrubbers to reduce the ammonia emission. With these measures they can fulfill the legislation on ammonia.

The objective of this study was to determine the effects of simple implementable measures on ammonia emission from houses for (pullets) laying hens, broilers, turkeys and ducks. While the individual measures generally are not reducing ammonia emission to the required maximum level, it is reported whether measures could be combined and what the effects of these combined measures are on the ammonia emissions from these poultry houses. The estimated effects on ammonia emission are based on former experiments, Rav (Regeling ammoniak en veehouderij) emission factors and expert judgments. In this report the possibilities to control and maintain the different measures are reported as well.

Results show different possibilities for traditional houses to fulfill the required maximum ammonia per animal place per year by using simple housing measures or management measures. Hereafter, the most promising measures with the expected reduction of ammonia emission are given per poultry category.

Measure	Pullets	Laying hens	Broilers	Turkeys	Ducks
<i>Management</i>					
Earlier deliverance			15-50% ¹		
Longer period between flocks	5-25%	1-10%	5-15% ¹	5-30%	3-30%
Litter treatment: kind of litter (silage maize)			50%		
Litter treatment: frequent removal				40%	
<i>Housing</i>					
Mobile feeding and drinking system			35%		
Conditioning incoming air			30-45%		
Forced litter drying			>50%		
Floor heating and cooling				40-45%	40-45%
Water scrubber	10-30%	10-30%	10-30%	10-30%	10-30%

¹ If these measures are combined, the reduction can rise up to more than 60%

By combining the former mentioned measures large ammonia emission reductions can be achieved. The poultry farmer should make his own decision on which (combined) measures are most suitable for his farm.

The measures discussed in this report are not included in legislation. Previous mentioned combi-measures probably may be combined with the present systems in the Rav. This is especially true for the feeding and management measures. Control and maintenance of combi-measures can also be applied. For most housing measures a one-time check that the measure is installed should be sufficient. Feeding and management measures could be controlled on most farms rather easily by automated data streams.

² Nutritional measures are described in report 'Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding' van Veldkamp et al (in press)

It can be concluded that combi-measures are very promising for a lot of (pullet) laying hen, broiler, turkey and duck farms with houses that are not fully depreciated, to reduce the ammonia emission. Implementation of these measures in practice, however, asks for a lot of motivation from the primary poultry industry, feeding industry, national and local governments, and controlling authorities.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Eisen aan en groslijst maatregelen	2
2.1	Eisen aan de maatregelen	2
2.2	Groslijst te nemen maatregelen	2
2.2.1	Huisvestings- en managementmaatregelen	2
3	Effectieve huisvesting- en managementmaatregelen	3
3.1	Managementmaatregelen	3
3.1.1	Afleverstrategie	3
3.1.2	Minder dieren in de stal	10
3.1.3	Een- of tweeleeftijden systeem	10
3.1.4	Gescheiden mesten hanen / hennen	11
3.1.5	Toevoegingen aan drinkwater	11
3.1.6	Toevoegmiddelen aan strooisel	12
3.1.7	Strooiselmanagement	14
3.2	Huisvestingsmaatregelen	16
3.2.1	Verkleining emitterend oppervlak	16
3.2.2	Mobiele voer- en drinklijn	16
3.2.3	Drinksysteem	17
3.2.4	Aanpassing wijze van ventileren	18
3.2.5	Conditionering binnenkomende lucht	18
3.2.6	Beluchting mest / strooisel	19
3.2.7	Vloerverwarming en -koeling	20
3.2.8	Waterwaster	21
4	Samenvattende tabellen en geschatte effecten bij combinatie van maatregelen	22
4.1	Perspectiefvolle huisvestings- en managementmaatregelen	22
4.2	Combineren van maatregelen	25
5	Controle en handhaafbaarheid	26
5.1	Algemeen	26
5.2	Controle en handhavingsmogelijkheden	26
5.2.1	Management	26
5.2.2	Huisvesting	26
5.3	Aandachtspunten bij implementatie	27
6	Conclusies	29
	Literatuur	30

1 Inleiding

Vanaf 2013 dienen alle veehouderijbedrijven te voldoen aan de grenswaarden voor ammoniakemissie die gesteld worden in het Besluit huisvesting. Bedrijven die meer NH₃ uitstoten dan deze grenswaarden kunnen maatregelen toepassen om onder het emissieplafond te komen. Op dit moment kunnen echter uitsluitend de huisvestingsmaatregelen die in de Rav-lijst staan, worden toegepast om de NH₃ emissie te verlagen. Voor sommige pluimvee categorieën zijn op dit moment echter geen of maar een beperkt aantal NH₃-reducerende technieken beschikbaar. Dit speelt bijvoorbeeld bij traditionele scharrelstallen voor opfokleghennen en voor vleeskalkoenen en eenden.

Volgens het Actieplan Ammoniak Veehouderij hoeven bedrijven die op termijn willen stoppen, niet te investeren in (dure) emissie reducerende technieken. Wel moet de totale emissie van het bedrijf gelijk of lager zijn dan de emissie berekend op basis van het aantal aanwezige dieren en de grenswaarde van het Besluit huisvesting. Dit kan door bijvoorbeeld minder dieren te houden, maar ook door het nemen van zogenaamde 'zachte maatregelen' als toevoegingen aan het voer. Of door eenvoudige technische maatregelen die niet in de lijst met emissiefactoren zijn opgenomen. Door de overheid wordt nagedacht over het opnemen van een lijst met dergelijke maatregelen, specifiek voor deze categorie bedrijven. Daarom is er een grote urgentie, in elk geval voor stoppende bedrijven, om het effect van (combi)maatregelen op het reduceren van de ammoniakemissie uit stallen vast te stellen.

Vanuit de literatuur (o.a. Van Vuuren en Jongbloed, 1994) zijn er duidelijke aanwijzingen dat voedingsmaatregelen een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van de NH₃-emissie. Voedingsdeskundigen verwachten dat bij pluimvee verlaging van het ruw eiwitgehalte in het voer één van de belangrijkste oplossingsrichtingen zal zijn. Ellen e.a. (2005) geven aan dat het mogelijk is via voermaatregelen de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen met 10 - 60 % te verminderen. Op dit moment is de kennis over de relatie tussen voedingsmaatregelen en NH₃-emissie in de pluimveehouderij echter versnipperd en onvoldoende gekwantificeerd. Recent is door Veldkamp et al. (2011, in press) een deskstudie uitgevoerd naar het effect van voedingsmaatregelen op de NH₃-emissie bij verschillende pluimveesoorten. Ook door management- en huisvestingsmaatregelen is het mogelijk de ammoniakemissie te verminderen. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan toevoegingen aan strooisel / mest, keuze van strooiselmateriaal, gescheiden mesten, e.d. Deze maatregelen afzonderlijk zijn vermoedelijk onvoldoende om de grenswaarden te realiseren, maar door een combinatie van deze maatregelen wordt deze grenswaarde mogelijk wel gerealiseerd. Perspectiefvolle maatregelen of combinaties van maatregelen zouden dan in een vervolgfase uitgetest en via metingen doorgemeten kunnen worden in praktijkstallen, zodat hiervan een emissiefactor vastgesteld kan worden.

Het doel van deze deskstudie is het beschrijven van simpele huisvestings- en managementmaatregelen die een reducerend effect hebben op de ammoniakemissie bij pluimvee (leghennen, vleeskuikens, eenden en kalkoenen), met een zo goed mogelijke kwantitatieve schatting van de effecten op de ammoniakemissie.

Het is mogelijk dat het reduceren van de NH₃-emissie via simpele huisvestings- of managementmaatregelen ook gunstige effecten heeft op de productie, diergezondheid, en daarmee op het antibioticagebruik.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de onderzochte maatregelen benoemd. Hoofdstuk 3 gaat in op de management- en huisvestingsmaatregelen, met per maatregel het effect op de emissie(s) en eventuele andere aspecten. In hoofdstuk 4 is een samenvattende tabel opgenomen van de meest perspectiefvolle maatregelen. De mogelijkheden voor controle en handhaving voor de maatregelen worden in hoofdstuk 5 besproken.

2 Eisen aan en groslijst maatregelen

2.1 Eisen aan de maatregelen

De in dit rapport beschreven maatregelen voor reductie van ammoniak uit de pluimveehouderij worden gekenmerkt door het feit dat de maatregel afzonderlijk in principe onvoldoende is om de emissies onder de grenswaarden te reduceren. Door combinatie van één of enkele maatregelen kan dit mogelijk wel. De (combi)maatregelen moeten aan de volgende eisen voldoen:

- De maatregelen dienen een significante reductie te geven van de ammoniakemissie uit stallen, dat wil zeggen dat de emissiereductie van een singel of combi-maatregel aantoonbaar moet zijn via metingen. Daarnaast dienen de maatregelen voldoende robuust en bedrijfszeker te zijn.
- De maatregelen dienen praktisch inpasbaar te zijn in bestaande en nieuw te bouwen stallen en praktisch inpasbaar te zijn in de bedrijfsvoering.
- De maatregelen dienen snel beschikbaar te zijn voor de praktijk. In 2013 dienen deze maatregelen geïmplementeerd te kunnen worden op praktijkbedrijven, aangezien alle bedrijven in dat jaar aan het Besluit huisvesting moeten voldoen.
- De maatregelen dienen kosteneffectief te zijn.
- De maatregelen dienen controleerbaar en handhaafbaar te zijn voor het bevoegd gezag.
- Het rendement van de maatregelen voor reducties van de relevante emissies moet vastgesteld zijn, bij voorkeur volgens vastgestelde protocollen voor bepaling van emissiefactoren.
- Er mag geen afwenteling plaatsvinden van de maatregelen naar andere ongewenste effecten, zoals verslechtering van arbeidsomstandigheden of dierenwelzijn of afwenteling naar andere milieuproblemen.

2.2 Groslijst te nemen maatregelen

2.2.1 Huisvestings- en managementmaatregelen

In dit rapport worden de effecten van onderstaande eenvoudige huisvestings- en managementmaatregelen op de ammoniakemissie uit (traditionele) leghennen-, vleeskuiken-, kalkoenen- en eendenstallen beschreven:

- Afleverstrategie
- Toevoegmiddelen aan de mest / strooisel
- Strooiselmanagement (o.a. gebruik snijmaïs; vervangen strooisel)
- Verkleining van het emitterend strooiseloppervlak
- Minder dieren in de stal; afdelingen leeglaten; langere leegstand
- Gebruik mobiel voer- en drinkstelsel (ScanFeeder)
- Drinkwatersysteem
- Toepassing watergordijn / waterverneveling
- Toevoegingen aan drinkwater
- Aanpassing ventilatie / conditioneren binnenkomende lucht
- Beluchting mest/strooisel met stallucht
- Gescheiden mesten (hanen en hennen gescheiden opzetten)

De bovenstaande maatregelen zijn tot stand gekomen op basis van beschikbare informatie uit de literatuur, ervaringen op basis van eigen onderzoek en het raadplegen van mensen uit de praktijk (klimaat specialisten, adviseurs, voerleveranciers, sectorvertegenwoordigers /pluimveehouders, e.d.).

De consequenties en effecten van deze opties zullen voor de verschillende categorieën pluimvee worden besproken. De grootte van deze effecten op de NH₃-emissie wordt zo goed mogelijk geschat. Ook effecten van deze aanpassingen op bijvoorbeeld productie, diergezondheid, antibioticagebruik, strooiselkwaliteit, kwaliteit dierlijke producten en andere emissies (stof, geur en broeikasgassen) worden meegenomen in deze studie.

In hoofdstuk 4 wordt aangegeven wat de effecten zijn van combinatie van huisvestings- en managementmaatregelen op de ammoniakemissie.

3 Effectieve huisvesting- en managementmaatregelen

In dit hoofdstuk worden de verschillende management- en huisvestingsmaatregelen besproken die een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van de ammoniakemissie. Daar waar mogelijk wordt een inschatting gegeven van de reductie. Tevens worden de bijkomende effecten (andere emissies, gezondheid, welzijn) aangegeven.

3.1 Managementmaatregelen

3.1.1 Afleverstrategie

Bij pluimvee kunnen de emissies beperkt worden door de dieren eerder, d.w.z. op jongere leeftijd c.q. gewicht af te leveren. In het algemeen nemen de emissies belangrijk toe bij het zwaarder worden van de dieren. Het eerder afleveren van vleeskuikens, kalkoenen en eenden zou dus kunnen leiden tot een vermindering van de ammoniakemissie op jaarbasis bij de categorieën. Of hier mogelijkheden liggen hangt echter sterk samen met de afzetmogelijkheden van lichtere dieren. Op basis van liggend cijfermateriaal is gesimuleerd wat het effect van het eerder afleveren van de dieren is op de ammoniakemissies.

Een langere leegstand zou ook een manier kunnen zijn om de ammoniakemissie te reduceren, echter vanuit economisch oogpunt is dit minder aantrekkelijk. Belangrijk daarbij is dat emissies vanuit een mestopslag onder de beun of vanuit het strooisel nog lang kunnen voortgaan als er geen dieren in de stal zijn. Daarom is het van belang om per stal volledige leegstand te realiseren en de emissiebronnen te verwijderen. In de berekeningen is hiervan uitgegaan.

De effecten van afleverstrategie worden hierna per diercategorie apart besproken.

Algemeen

Een emissiefactor wordt berekend uit de gemiddelde emissie per (dierplaats per) dag, vermenigvuldigd met het aantal dagen per jaar. In tegenstelling tot rundvee en varkens kan voor pluimvee worden gesteld dat er nauwelijks tot geen emissies uit de stal optreden op het moment dat er geen dieren in de stal aanwezig zijn. Reden is dat de mest (de belangrijkste bron van de emissies) direct na het afleveren van de dieren ook uit de stal wordt verwijderd. In rundvee- en varkensstallen blijft de mest veelal aanwezig in de stal en wordt afgevoerd op het moment dat ze kan worden afgezet. Alleen bij emissiearme systemen bij deze diergroepen komt het frequent (ook tijdens aanwezigheid van dieren) afvoeren van mest uit de stal voor.

Met de periode dat de stal leeg staat is in de meeste emissiefactoren voor de pluimveesectoren rekening gehouden. Per diercategorie is hiervoor een vast percentage aangehouden, gebaseerd op de gemiddelden zoals die in de praktijk voorkomen of in KWIN-Veehouderij zijn genoemd.

In 2008 is voor alle diercategorieën in een interne studie (Groenestein en Aarnink, 2008) nogmaals gekeken naar de gehanteerde percentages en zijn ze eventueel aangepast op basis van de beschikbare informatie. In onderstaande tabel staan de oude en nieuwe leegstandsfactoren genoemd. De oude zijn van toepassing op de emissiefactoren die tot stand zijn gekomen op basis van metingen volgens de Beoordelingsrichtlijn 1996. De nieuwe zullen worden gehanteerd bij metingen uitgevoerd volgens het nieuwe meetprotocol, gebaseerd op het rapport van Ogink et al. (2008).

Tabel 2 Leegstandsfactoren voor berekenen emissie uit stallen

Rav-code	Diercategorie	'Oude' leegstandsfactor	'Nieuwe' leegstandsfactor
E 1	Opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan 18 weken	10	15
E 2	Legkippen en (groot+)ouderdieren van legrassen	5	4
E 3	(Groot+)ouderdieren van vleeskuikens in opfok, jonger dan 19 weken	17	17
E 4	(Groot+)ouderdieren van vleeskuikens	13	13
E 5	Vleeskuikens	19	18
F 1	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, tot 6 weken	25	25
F 2	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, van 6 tot 30 weken	8	8
F 3	Ouderdieren van vleeskalkoenen, van 30 weken en ouder	14	14
F 4	Vleeskalkoenen	5	5 ¹
G 1	Ouderdieren van vleeseenden tot 24 maanden	5	5
G 2	Vleeseenden	16	20

(Bron: Groenestein en Aarnink, 2008)

¹ Vanuit de praktijk is aangedragen dat deze waarde te laag is. Op basis van uitleg over de werkwijze bij vleeskalkoenen met betrekking tot opzet en afleveren, wordt deze waarde aangepast naar 10-11%.

Zoals al aangegeven zijn de factoren voor leegstand in de tabel 2 gemiddelden uit de praktijk. Dat houdt in dat er veel variatie aanwezig is, veelal ingegeven door economische argumenten (prijzen voer en product). Het moeten voldoen aan een maximale emissie kan voor bedrijven een extra argument zijn om te kiezen voor andere (langere) perioden van leegstand. Dit kan bij een gelijkblijvende lengte van de productieperiode, maar ook door een kortere productieperiode. Bij dieren met een toenemende emissie per dag tijdens de productieperiode zal de gemiddelde emissie per (dierplaats per) jaar dan lager zijn. Voor de diverse pluimveecategorieën wordt hierna per emissie (ammoniak, geur, fijnstof, methaan en lachgas) aangegeven wat het effect is van een kortere productieperiode, een langere leegstand en de combinatie van deze beide. Indien mogelijk worden hierover kwantitatieve effecten vermeld. Dit als hiervoor voldoende data beschikbaar waren om een betrouwbare berekening op te zetten. Anders is op basis van beschikbare kennis en informatie een kwalitatieve inschatting gemaakt.

Opfokleghennen

Ammoniak

In de lijst met emissiefactoren voor ammoniak is bij opfokhennen slechts één systeem opgenomen waarbij metingen zijn uitgevoerd. Alle andere factoren zijn afgeleid van het vergelijkbare systeem bij leghennen. Het bemeten systeem betreft het voliëresysteem dat is opgenomen onder categorie E 1.8.2. De metingen zijn uitgevoerd op een praktijkbedrijf (Scheer et al., 2001). Een voliëresysteem is echter op zichzelf al een emissiearm systeem ten opzichte van traditionele huisvesting met een beun en mestopslag onder de roosters. De emissiemeting van de voliërestal kan daarom niet worden gebruikt om een effect in te schatten van het eerder afleveren van de opfokhennen. Op basis van de huidige emissiefactor voor traditionele huisvesting kan wel het effect van een langere leegstand worden aangegeven. Uitgaande van een emissie van 170 gram, een opfokperiode van 17 weken en een leegstand van 3 weken (2,6 ronden per jaar) is de emissie per ronde 65 gram. Als de leegstand met een week wordt verlengd, neemt het aantal ronden af, maar blijft de emissie per ronde gelijk. Hierdoor neemt de emissie per dierplaats per jaar af. In tabel 3 is de verlaging per week langere leegstand weergegeven.

Tabel 3 Effect langere leegstand op emissiefactor bij opfokleghennen in traditionele scharrelhuisvesting

Leegstand tussen 2 ronden (weken)	Aantal ronden per jaar	Ammoniakemissie (kg/dierpl./jr.)	Reductie (%)
3 [†]	2,6	0,170	0%
4	2,5	0,162	4,8%
5	2,4	0,155	9,1%
6	2,3	0,148	13,0%
7	2,2	0,142	16,7%
8	2,1	0,136	20,0%
9	2,0	0,131	23,1%
10	1,9	0,126	25,9%

[†] Deze combinatie is de uitgangssituatie

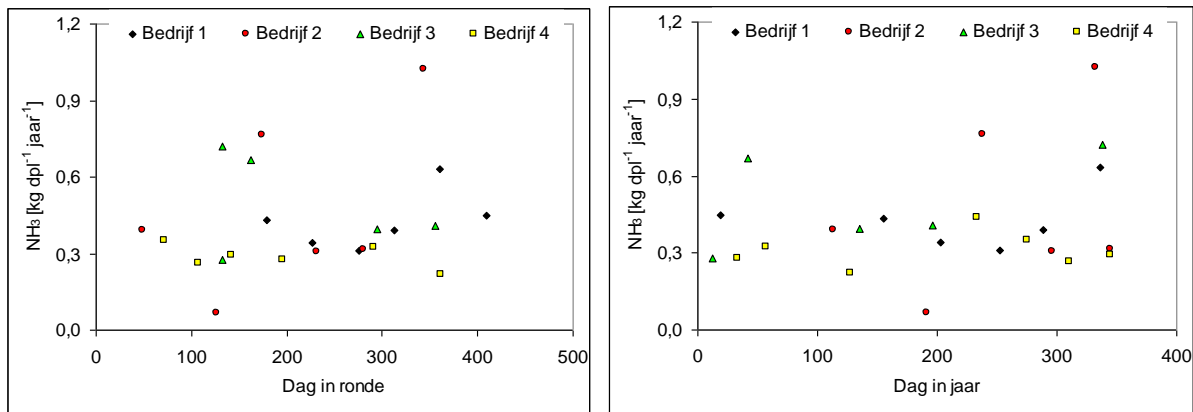
Andere emissies

Voor de andere gasvormige emissies en fijnstof kan dezelfde berekening voor een langere leegstand worden opgezet als voor ammoniak. De emissies zullen in dezelfde verhouding afnemen.

Leghennen

Ammoniak

Bij leghennen in traditionele huisvesting zijn in het verleden uitgebreide metingen gedaan, maar is, in het kader van het vaststellen van de emissiefactor voor fijnstof, in 2008 gemeten op vier praktijkbedrijven (Mosquera et al., 2009a). In figuur 1 zijn de metingen op deze bedrijven weergegeven, verdeeld over het jaar en over de leeftijd van de dieren.



Figuur 1 Verloop ammoniakemissie bij leghennen in een traditionele scharrelstal, uitgezet tegen leeftijd dieren (links) en jaar (rechts) (Bron: Mosquera et al., 2009)

Uit de figuur blijkt dat er veel variatie is in de emissie tussen de bedrijven. Wel lijkt er per bedrijf gemiddeld een redelijk rechte lijn te zijn. Zowel op basis van leeftijd als op basis van dag in het jaar. Op basis hiervan kan een inschatting worden gemaakt van het effect van zowel eerder afleveren als een langere leegstand. In tabel 4 is het effect weergegeven. Hierbij is uitgegaan van de in de bijlage van de Rav opgenomen emissiefactor voor traditionele scharrelhuisvesting van 315 gram/dierplaats/jaar.

Tabel 4 Effect langere leegstand en kortere productieperiode op emissiefactor bij leghennen in traditionele scharrelhuisvesting

Leegstand tussen 2 ronden (weken)	Productieperiode (incl. 3 wkn opfok)					
	58 wkn ¹		56 wkn		54 wkn	
	Aantal ronden per jaar	Reductie (%)	Aantal ronden per jaar	Reductie (%)	Aantal ronden per jaar	Reductie (%)
3 ¹	0,85	0	0,88	0,2	0,91	0,4
4	0,84	1,6	0,87	1,8	0,90	2,1
5	0,83	3,2	0,85	3,4	0,88	3,7
6	0,81	4,7	0,84	5,0	0,87	5,3
7	0,80	6,2	0,83	6,5	0,85	6,9
8	0,79	7,6	0,81	8,0	0,84	8,4
9	0,78	9,0	0,80	9,4	0,83	9,9
10	0,77	10,3	0,79	10,8	0,81	11,3

¹ Deze combinatie is de uitgangssituatie

Uit de berekeningen blijkt dat het eerder afleveren van de leghennen nauwelijks effect heeft op de ammoniakemissie. Door de leegstand te verlengen tot 10 weken, wordt een berekende reductie gerealiseerd van 10%. In plaats van een emissie van 315 gram/dierplaats/jaar wordt de emissie 284 gram/dierplaats/jaar.

Andere emissies

Voor de andere gasvormige emissies en fijnstof kan dezelfde berekening voor een langere leegstand worden opgezet als voor ammoniak. De emissies zullen in dezelfde verhouding afnemen.

Vleeskuikens

Ammoniak

Ten aanzien van de emissie van ammoniak uit vleeskuikenstallen is er een duidelijke relatie met de leeftijd (en daarmee gewicht) van de dieren. Uit alle metingen die zijn gedaan bij vleeskuikenstallen blijkt dat de emissie in het begin van de groeiperiode erg laag is en vanaf dag 14-19 begint op te lopen (afhankelijk van seizoen).

Op basis van beschikbare datasets van ammoniakmetingen bij vleeskuikens is een inschatting gemaakt wat het effect is van het eerder afleveren op de ammoniakemissie. Er is gebruik gemaakt van een drietal datasets van traditioneel gehuisveste dieren, waarbij de berekende emissie bij een lengte van de groeiperiode van 40 dagen ongeveer op 0,080 kg NH₃/dierplaats/jaar uitkwam. Dit om geen groot verschil te krijgen met de emissiefactor in de Rav. De emissie op die dag is op 100% gezet. Voor de kortere perioden zijn de relatieve emissies berekend. Verder is bij de berekeningen de leegstandsperiode tussen de ronden aangepast naar 10 - 20 dagen. In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5 Aantal ronden per jaar en berekende reductie ammoniakemissie bij vleeskuikens bij verschillende lengtes van de groeiperiode en verschillende leegstandsperioden

Lengte groei-periode (dagen)	10 dgn leegstand ¹		14 dgn leegstand		16 dgn leegstand		18 dgn leegstand		20 dgn leegstand	
	Ronde n/ jaar	Reductie	Ronde n/ jaar	Reductie	Ronde n/ jaar	Reductie	Ronde n/ jaar	Reductie	Ronde n/ jaar	Reductie
	30	9,1	55%	8,3	59%	7,9	61%	7,6	62%	7,3
31	8,9	52%	8,1	56%	7,8	68%	7,4	59%	7,2	61%
32	8,7	48%	7,9	53%	7,6	55%	7,3	56%	7,0	58%
33	8,5	45%	7,8	49%	7,4	51%	7,2	53%	6,9	55%
34	8,3	41%	7,6	46%	7,3	48%	7,0	50%	6,8	52%
35	8,1	37%	7,4	42%	7,2	44%	6,9	47%	6,6	49%
36	7,9	33%	7,3	38%	7,0	41%	6,8	43%	6,5	45%
37	7,8	29%	7,2	34%	6,9	37%	6,6	39%	6,4	41%
38	7,6	25%	7,0	30%	6,8	33%	6,5	35%	6,3	38%
39	7,4	20%	6,9	26%	6,6	29%	6,4	31%	6,2	33%
40	7,3	15%	6,8	21%	6,5	24%	6,3	27%	6,1	29%
41 ¹	7,2	0%	6,6	7%	6,4	11%	6,2	14%	6,0	16%

¹ Deze combinatie is de uitgangssituatie

Uit de tabel blijkt dat de emissie per dierplaats per jaar afneemt als de dieren eerder worden aangeleverd en ook als de periode van leegstand tussen twee ronden langer wordt.

Andere emissies

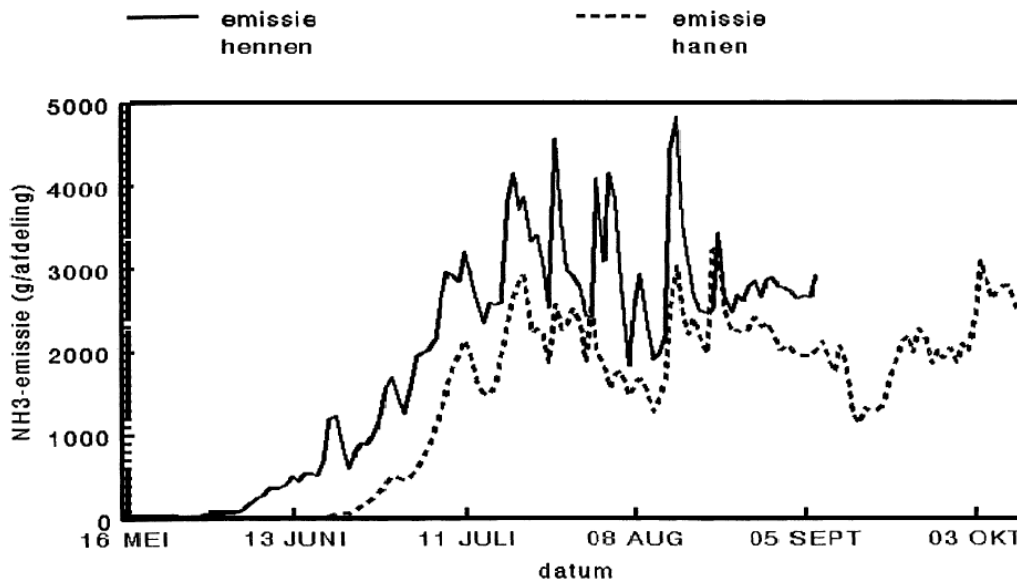
Uit Winkel et al. (2009) blijkt dat de andere gasvormige emissies bij vleeskuikens een vergelijkbaar patroon hebben dan ammoniak. Ook de emissie van fijnstof verloopt vergelijkbaar. Alleen de emissie van geur heeft in het begin van de ronde een meer constant niveau. Op basis van het verloop van de emissies is ten aanzien van de andere emissies is een vergelijkbare reductie te verwachten als bij ammoniak. Voor geur zal de reductie in verhouding minder zijn.

Vleeskalkoenen

Ammoniak

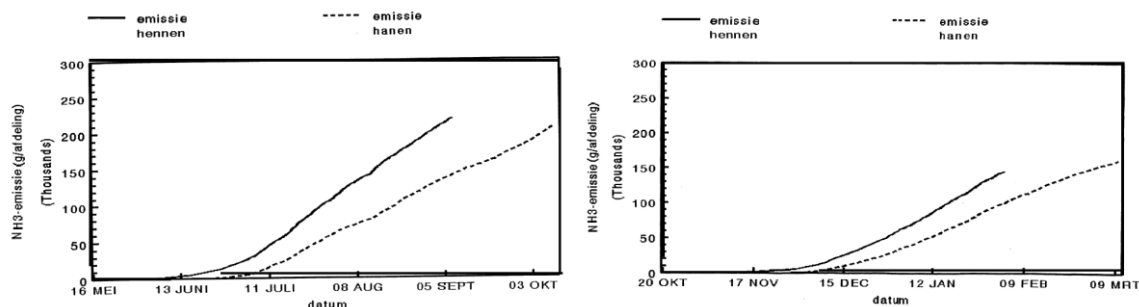
Bij vleeskalkoenen worden de dieren gescheiden opgezet. Na een opfokperiode van vier weken gaan de hanen naar een andere stal en blijven de hennen in de opfokstal.

De emissie van ammoniak bij vleeskalkoenen heeft een vergelijkbaar verloop als bij vleeskuikens; in het begin is er nauwelijks ammoniak, daarna een toename naar een hoog niveau in de tweede helft van de groeiperiode. Tijdens die tweede helft is er een grillig verloop, afhankelijk van onder andere bijstrooien en/of frezen van het strooisel. In figuur 2 is een voorbeeld gegeven van een meting van de ammoniakemissie bij een zomerkoppel.



Figuur 2 Verloop ammoniakemissie bij vleeskalkoenen (hennen en hanen) tijdens een zomerkoppel (Bron: Veldkamp, 1996)

De cumulatieve ammoniakemissie geeft op basis van deze meting een constante toename per dag te zien. Voor zowel een zomer- als een winterkoppel is het verloop van de cumulatieve emissie weergegeven in figuur 3.



Figuur 3 Verloop cumulatieve ammoniakemissie bij vleeskalkoenen (hennen: niet onderbroken lijn en hanen: onderbroken lijn) tijdens een zomerkoppel (links) en een winterkoppel (rechts) (Bron: Veldkamp, 1996)

In het rapport over deze metingen is een onderscheid gemaakt in de emissie over de eerste vier weken en de emissie vanaf vier weken. Deze laatste waarden zijn voor de hennen en hanen en de zomer- en winterkoppel weergegeven in tabel 6, samen met de lengte van de groeiperiode. Op basis van deze waarden is een gemiddelde emissie per week berekend van 17,7 gram per dierplaats.

Tabel 6 Ammoniakemissie per opgehokt dier bij vleeskalkoenen vanaf 4 weken leeftijd

	Winterkoppel	Zomerkoppel	Gemiddeld
Hennen			
emissie totaal (gram)	159,3	273,8	216,6
afleverleeftijd (dgn)	107	116	
Lengte periode (dgn)	79	88	
emissie/dag (gram)	2,0	3,1	2,6
emissie/week (gram)	14,1	21,8	17,9
Hanen			
emissie totaal (gram)	255,2	327,8	291,5
afleverleeftijd (dgn)	142	148	
Lengte periode (dgn)	114	120	
emissie/dag (gram)	2,2	2,7	2,5
emissie/week (gram)	15,7	19,1	17,4
Gemiddeld hennen en hanen			
emissie totaal (gram)			254,0
emissie/dag (gram)			2,5
emissie/week (gram)			17,7

(Bron: Veldkamp, 1996)

Op basis van de in de bijlage van de Rav opgenomen emissiewaarde en de berekende emissie per week is een inschatting te maken van het effect van een kortere groeiperiode en/of een langere leegstand op de emissie per dierplaats per jaar. Uit berekeningen bleek dat een kortere groeiperiode maar een klein effect heeft van circa 2% per week. Een langere leegstand heeft een groter effect. In tabel 7 staan de resultaten van deze berekeningen.

Tabel 7 Effect langere leegstand op emissiefactor bij vleeskalkoenen

Leegstand tussen 2 ronden (weken)	Aantal ronden per jaar	Ammoniakemissie (kg/dierpl./jr.)	Reductie (%)
2 ¹	2,9	0,680	0%
3	2,7	0,644	5%
4	2,6	0,612	10%
5	2,5	0,583	14%
6	2,4	0,556	18%
7	2,3	0,532	22%
8	2,2	0,510	25%
9	2,1	0,490	28%
10	2,0	0,471	31%

¹ Deze combinatie is de uitgangssituatie

Andere emissies

Uit Mosquera et al. (2009b) blijkt dat de emissies van geur en fijnstof bij vleeskalkoenen een vergelijkbaar patroon hebben als ammoniak. De emissies van methaan en lachgas hebben geen duidelijke relatie met de leeftijd van de dieren. Ten aanzien van de andere emissies is een vergelijkbare reductie te verwachten van een langere leegstand als bij ammoniak.

Eenden

Ammoniak

Eenden worden veelal in twee leeftijden gehouden, maar niet zoals bij vleeskalkoenen gescheiden gehouden. Daarnaast komt ook all-in-all-out voor zoals bij vleeskuikens. Door Wever en Hol (1999) is aan beide houderijsystemen gemeten. In tabel 8 zijn de emissies opgenomen van de metingen tijdens de afmestperiode op basis van een productieperiode van 47 dagen.

Tabel 8 Ammoniakemissie per dierplaats bij vleeseenden tijdens de afmestperiode bij het tweeleeftijdensysteem op basis van een productieperiode van 47 dagen

	Winterkoppel	Zomerkoppel	Gemiddeld
Emissie totaal (gram/dpl/jr)	248	293	270,5
Lengte periode (dgn)	23,5	23,5	23,5
Leegstand (dgn)	4,5	4,5	4,5
Aantal ronden/jr	13,0	13,0	13,0
Emissie/ronde (gr/dpl)	19,0	22,5	20,8
Emissie/dag (gr/dpl)	0,8	1,0	0,9
Emissie/week (gr/dpl)	5,7	6,7	6,2

(Bron: Wever en Hol, 1999)

Met behulp van de emissie per dag tijdens de afmestperiode is berekend wat het effect is van zowel eerder afleveren van de eenden als van een langere leegstand. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 9.

Tabel 9 Aantal ronden per jaar en berekende reductie ammoniakemissie bij vleeseenden bij verschillende lengtes van de groeiperiode en verschillende leegstandsperioden

Lengte groei- periode (dgn)	9 dgn leegstand ¹		11 dgn leegstand		13 dgn leegstand		15 dgn leegstand		20 dgn leegstand		30 dgn leegstand	
	aantal ronden	reductie	aantal ronden	reductie	aantal ronden	reductie	aantal ronden	reductie	aantal ronden	reductie	aantal ronden	reductie
40	7,4	8%	7,2	11%	6,9	15%	6,6	18%	6,1	25%	5,2	35%
41	7,3	6%	7,0	10%	6,8	13%	6,5	16%	6,0	23%	5,1	34%
42	7,2	5%	6,9	9%	6,6	12%	6,4	15%	5,9	22%	5,1	33%
43	7,0	4%	6,8	8%	6,5	11%	6,3	14%	5,8	21%	5,0	32%
44	6,9	3%	6,6	7%	6,4	10%	6,2	13%	5,7	20%	4,9	31%
45	6,8	2%	6,5	5%	6,3	9%	6,1	12%	5,6	19%	4,9	29%
46	6,6	1%	6,4	4%	6,2	8%	6,0	11%	5,5	17%	4,8	28%
47 ¹	6,5	0%	6,3	3%	6,1	7%	5,9	10%	5,4	16%	4,7	27%

¹ Deze combinatie is de uitgangssituatie

Uit de berekeningen blijkt dat de reductie in ammoniakemissie kan oplopen tot 35% als de dieren een week eerder worden afgeleverd en de leegstand tussen twee ronden naar 30 dagen wordt verlengd. Deze reducties gelden waarschijnlijk zowel bij het tweeleeftijdensysteem als bij all-in-all-out.

Andere emissies

Er zijn tot nu geen metingen uitgevoerd bij vleeseenden aan de emissies van geur, fijnstof en broeikasgassen op basis waarvan een inschatting kan worden gedaan naar het effect van een kortere groeiperiode of langere leegstand op deze emissies. De verwachting is echter dat deze vergelijkbaar zullen zijn aan die bij vleeskuikens en vleeskalkoenen.

3.1.2 Minder dieren in de stal

Ammoniak

De emissiefactor voor ammoniak voor de reguliere vleeskuikenhouderij is vastgesteld voor een bezetting bij opzetten van de dieren tussen 18 en 24 dieren/m². Een lagere bezetting heeft een groter emitterend oppervlak per dier tot gevolg, waardoor de emissie per dierplaats mogelijk toe zal nemen. Door het grotere oppervlak kan, samen met meer luchtbeweging via de mechanische ventilatie, de mest echter sneller indrogen, waardoor de vorming van ammoniak in de mest minder snel op gang komt. Door het indrogen treedt ook minder broei op. Zowel het sneller drogen als de afwezigheid van broei heeft een afname van de ammoniakemissie tot gevolg.

Belangrijk daarbij is echter ook de structuur van de mest. Als door het hogere ds% de mest minder dicht wordt (minder plaatvorming) kan de gevormde ammoniak gemakkelijker uit de mest vrij komen. Dit aspect kan nog belangrijker worden als door de activiteit van de dieren de mest ook ruller wordt gehouden. Bij een voldoende hoog ds% (>80%) zal de ammoniakemissie echter lager zijn.

Niet bekend is wat het totale effect is op de ammoniakemissie, maar de verwachting is dat de emissie per dierplaats hierdoor licht zal toenemen. De emissie op bedrijfsniveau zal dus minder afnemen dan verwacht mag worden volgens de berekening van het aantal dieren maal de emissiefactor.

Voor de andere diercategorieën is een vergelijkbare redenering op te zetten. Ook daarbij zal de afname van de emissie lager zijn dan berekend volgens het aantal dieren maal de emissiefactor.

Andere emissies

Voor geur is het (nog) lastiger om een inschatting te maken van of de emissie toe of af zal nemen onder invloed van de bezetting. Door het lagere aantal dieren kan de luchtsnelheid over het strooisel toenemen. Dit kan een hogere emissie tot gevolg hebben, maar ook zorgen voor droger strooisel, wat een lagere emissie geeft. Vooralsnog wordt uitgegaan van dat de emissie per dier per seconde (eenheid volgens de Rgv) gelijk blijft.

Fijn stof komt voor het grootste deel uit het strooisel. De emissie is sterk afhankelijk van het drogestofgehalte. Uit onderzoek naar verschillende strooiselmaterialen blijkt dat bij een hoger ds% de emissie toeneemt (Van Harn et al, 2009). Dit geldt zowel voor PM10 als voor PM2.5. Bij een lagere bezetting is meer luchtbeweging mogelijk over het strooisel waardoor het beter droogt, met als gevolg een hoger ds%. Een lagere bezetting kan daarom leiden tot een hogere emissie.

Een effect van bezetting op de emissies van methaan en lachgas wordt niet verwacht.

3.1.3 Een- of tweeleeftijden systeem

Ammoniak

Hoewel het één-leeftijdsysteem ("all-in-all-out") om hygiëneredenen en geringere arbeidsbehoefte de voorkeur geniet, is het twee-leeftijdensysteem vanuit economisch oogpunt interessanter. Bij dit systeem wordt zuiniger omgesprongen met energie en kunnen de investeringskosten per dierplaats aanmerkelijk lager zijn. Bij het twee-leeftijden systeem wordt per jaar veel vaker, maar per keer de helft minder dieren opgezet dan bij het all-in-all-out systeem. Na de opfokperiode (2 – 5 weken, afhankelijk van de pluimveesoort) worden de dieren van de opfokstal overgeplaatst naar de afmeststal. De dieren worden hierbij geplaatst op schoon strooisel. Hierdoor mag verwacht worden dat het weer enige tijd duurt voordat de vorming van ammoniak weer op gang komt. Om deze reden en omdat het aantal vierkante meter staloppervlak bij het tweeleeftijden systeem geringer is, mag verwacht worden dat de ammoniakemissie bij het tweeleeftijden systeem lager is.

Bij eenden was de ammoniakemissie per afgeleverde eend bij het tweeleeftijden systeem circa 12% lager dan bij het all-in/all-out systeem (Wever en Hol, 1999). Deze reductie was veel lager dan

verwacht op basis van het beginnen op een nieuwe laag strooisel. Bij vleeskuikens en kalkoenen zijn voor zover bekend geen metingen verricht waaruit een lagere emissie kan worden bepaald.

Andere emissies

De verwachting is dat het toepassen van een tweeleeftijdensysteem bij vleeskuikens geen effect zal hebben op de emissies van geur, fijnstof en broeikasgassen. Reden is dat er geen verschillen zullen zijn in de factoren die deze emissies beïnvloeden.

3.1.4 Gescheiden mesten hanen / hennen

Ammoniak

Deze maatregel heeft enkel betrekking op de sectoren vleeskuiken, kalkoenen en eenden. Bij vleeskuikens en eenden is het gebruikelijk dat mannetjes en vrouwtjes gezamenlijk worden gehouden. Mannetjes en vrouwtjes dieren hebben verschillende nutriëntenbehoeften: vrouwtjes hebben een lagere eiwitbehoefte dan mannetjes. Door mannetjes en vrouwtjes apart te houden is het mogelijk het dier naar behoefte te voeren. Hierdoor wordt voorkomen dat de dieren in bepaalde leeftijdsfasen een teveel aan nutriënten (m.n. eiwit) wordt verstrekt. Hierdoor wordt er ook minder eiwit uitgescheiden en zal mogelijk ook de ammoniakemissie lager uitvallen. Ferket et al (2010) geeft aan dat het gescheiden mesten van mannetjes en vrouwtjes de N-excretie met 5 - 8 % vermindert.

Vleeskuikens/eenden

Het is in Nederland gebruikelijk hanen en hennen gezamenlijk te mesten. De kosten voor het seksen (= het scheiden van haantjes en hennetjes op de broederij) wegen vaak niet op tegen de besparing aan voerkosten en het uiteindelijke financiële resultaat. Het gescheiden mesten van hanen en hennen wordt interessanter als de hanen worden geslacht op een hoger gewicht, hier moet echter wel een markt voor zijn. Eenden en woerden worden in Nederland net als vleeskuikens gezamenlijk gehouden.

Kalkoenen

Vanwege het grote gewichtsverschil tussen hanen en hennen worden kalkoenen gescheiden opgezet / gehouden, maar ze krijgen echter wel hetzelfde voer. De leeftijd waarop de hanen en hennen de fasevoerders krijgen is wel verschillend en op deze manier wordt het fasevoeder afgestemd op hanen en hennen. De voersamenstelling op de behoefte van de haan of de hen kan nog verder worden verfijnd bij kalkoenen. Hierdoor kan de uitstoot van nutriënten en mogelijk ook de ammoniakemissie verder verminderen.

Andere emissies

Ook ten aanzien van het gescheiden mesten van hennen en hanen (eenden/woerden) wordt geen effect verwacht op de andere emissies.

3.1.5 Toevoegingen aan drinkwater

Ammoniak

Door toevoegingen aan het drinkwater zou mogelijk ook de ammoniakemissie gereduceerd kunnen worden. Voorbeelden van toevoegingen zijn (organische) zuren als azijnzuur, melkzuur, propionzuur, en mierenzuur of combinaties hiervan. Het toevoegen van zuren leidt tot een lagere wateropname en drogere mest. Dit laatste zou mogelijk kunnen resulteren in een lagere ammoniakemissie. Een rechtstreeks effect op de vorming van ammoniak door de zuren zal niet plaatsvinden omdat de zuren snel in het lichaam worden afgebroken. Daardoor komen ze niet in het strooisel terecht waar ze de pH zouden kunnen beïnvloeden.

In Duitsland is gekeken naar het effect van het toevoegen van extracten van algen aan het voer en drinkwater op de NH₃-emissie uit vleeskuikenstallen. Bruinalgen bevatten organische zuren die het metabolisme van het dier en de N-excretie beïnvloeden en daarmee mogelijk de ammoniakemissie. Het onderzoek omvatte drie koppels vleeskuikens (zomer '98, winter '99 en lente '99). Uit deze veldproef (twee stallen met elk 22.500 vleeskuikens) kwam heel duidelijk naar voren dat het verstrekken van een extract van bruinalgen leidt tot een forse NH₃-reductie (40%) bij toediening via het drinkwater (tabel 10).

Tabel 10 Effect van het toevoegen van Biopolym (= bruinalgen extract) aan drinkwater op de resultaten van vleeskuikens en de NH₃-emissie (Hörnig, 1999)

	Zomer '98		Winter '99		Lente '99	
	Controle	Biopolym	Controle	Biopolym	Controle	Biopolym
Mestduur	40	40	39	39	38	38
Gewicht (g)	1944	1886	1954	1890	1766	1732
Voerconversie	1,57	1,57	1,65	1,69	1,63	1,64
Water/voer	1,79	1,70	1,68	1,72	1,81	1,87
NH ₃ -emissie (g/d/jaar)	50,2	27,8	73,2	35,5	53,6	42,6
Reductie (%)	-	44,6	-	51,4	--	20,5

Het toevoegen van middelen aan het drinkwater is in principe voor alle pluimveesectoren toepasbaar. Nader onderzoek is echter noodzakelijk om het effect op de ammoniakemissie vast te stellen.

Andere emissies

Het is mogelijk dat toevoegingen aan het drinkwater ook een effect hebben op de geuremissie. Hiernaar is echter nog geen onderzoek uitgevoerd. Effect op de emissie van fijnstof en methaan/lachgas wordt niet direct verwacht. Als onderzoek wordt opgezet naar het effect van algenextracten op de ammoniakemissie is het aan te bevelen om ook te kijken naar effecten op de andere emissies.

3.1.6 Toevoegmiddelen aan strooisel

Ammoniak

Toevoeging van aluminiumsulfaat / aluminiumchloride aan strooisel kan de ammoniakemissie belangrijk reduceren (Aarnink&Van Harn, 2010). In de VS is hier veel onderzoek aan gedaan. In de literatuur worden de volgende mogelijke additieven aan strooiselmest beschreven die perspectiefvol zijn voor reductie van de ammoniak- en eventueel geuremissie:

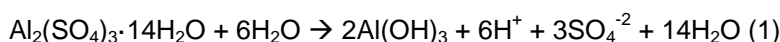
1. Aluminiumsulfaat (Al₂(SO₄)₃·14 H₂O)
2. Aluminiumchloride (AlCl₃)
3. IJzersulfaat (FeSO₄·7H₂O)
4. Ammoniakabsorberende stoffen (zeolieten en actief kool)

Ad 1. Aluminiumsulfaat

Aluminiumsulfaat is een droge stof, maar kan zowel in droge vorm als in vloeistof worden toegediend aan het strooisel. In de literatuur wordt dit product ook wel alum genoemd.

Aluminiumsulfaat geeft een verlaging van de pH van het strooisel, waardoor de ammoniakemissie wordt verlaagd (Moore et al., 1995). Moore et al. (2000) vonden een sterke pH verlaging bij de start van de ronde (pH=5,7), direct nadat aluminiumsulfaat was toegediend, en daarna een geleidelijke stijging totdat de pH stabiliseerde op een niveau van ca. 7,5. In de controleafdeling schommelde de pH gedurende de gehele ronde rond de 8. Celen et al. (2008) vonden een pH verlaging van ca. 0,4 eenheden bij toevoeging van aluminiumsulfaat van 91 g per opgezet vleeskuiken. In een laboratoriumexperiment vonden Choi en Moore (2008a) een reductie van de ammoniakemissie van 77 en 96% bij toevoeging van respectievelijk 4 en 8% droge aluminiumsulfaat in de toplaag van strooiselmest. Bij toevoeging van dezelfde hoeveelheden aluminiumsulfaat (4 en 8%) in oplossing werd de ammoniakemissie gereduceerd met 89 en 94%. In een praktijkstal vonden Moore et al. (2008) een reductie van de ammoniakemissie van 27 en 10% bij toevoeging van respectievelijk 45 g droge en vloeibare alum per opgezet vleeskuiken. Bij toevoeging van 90 g alum per vleeskuiken, aangebracht voor de start van de ronde, was de ammoniakemissie 34% lager.

De pH verlaging van de strooiselmest is te verklaren met de volgende reactievergelijking (Moore et al., 1999):



Naast het directe effect van pH, zou het effect van aluminiumsulfaat op de ammoniakemissie ook voor een deel verklaard kunnen worden door een vermindering van het aantal bacteriën en vermindering van de ureaseproductie van deze bacteriën. Cook et al. (2008) vonden een reductie van het totaal aantal bacteriën met 50% en van de urease producerende bacteriën van 90%. Het

gehalte aan schimmels nam echter met ongeveer een factor 10^3 toe door het gebruik van aluminiumsulfaat. Zowel de verlaging van het aantal bacteriën als de toename van de hoeveelheid schimmels wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de pH verlaging van het strooisel. Aluminiumsulfaat is nu officieel erkend door de 'Environmental Protection Agency (EPA)' in de VS als een middel om de ammoniakemissie te verlagen in vleeskuikenstallen (Nahm, 2005).

Moore et al. (1999) vonden een significante verbetering van de groei van vleeskuikens bij het gebruik van aluminiumsulfaat in strooisel. Ook werd de voerconversie verbeterd en was de uitval lager. Volgens deze auteurs is dit waarschijnlijk veroorzaakt door de lagere ammoniakconcentraties in de lucht en/of door de verandering van de microbiële samenstelling van het strooisel. Beide effecten worden veroorzaakt door de lagere pH van het strooisel. Ook Celen en Alkis (2009) vonden een positief effect van aluminiumsulfaat op de groei van vleeskuiken bij gebruik op zaagsel en stro, echter er was een tendens tot een verslechtering van de voerconversie. De hoeveelheid toegevoegd aluminiumsulfaat was 91 g/vleeskuiken. De hoeveelheid strooisel was 8 – 10 cm. Do et al. (2005) vonden geen effect van aluminiumsulfaattoevoeging (1,15 kg/m²; 161 g/vleeskuiken) aan 10 cm rijstzemelen op de voeropname, groei, voerconversie en uitval.

Aluminiumsulfaat is een bijtend product, het irriteert de slijmvliezen, ogen en huid. Dit betekent dat er bij het aanwenden de nodige voorzichtigheid moet worden betracht. Het dragen van beschermende kleding wordt daarom aanbevolen. Daarnaast zou mogelijk door het gebruik van aluminiumsulfaat de inventaris van de stal aangetast kunnen worden (met name corrosief gevoelige materialen, maar ook de betonvloer).

Line (2002) vond dat het aanbrengen van aluminiumsulfaat aan strooisel (0,8 en 1,6 kg/m²) een significante reductie gaf van het aantal Campylobacter positieve dieren bij dikke darm monsters van vleeskuikens. Het toevoegen van aluminiumsulfaat had geen effect op de salmonellabesmetting van de koppel.

Aarnink en Van Harn (2010) geven in hun deskstudie aan dat aluminium in de bodem niet direct tot problemen leidt en dat problemen pas optreden bij een pH < 4. Bij een hogere pH is de aluminium niet beschikbaar voor opname door planten. Met zwavel kunnen er op langere termijn wel problemen verwacht worden. Maar er is op dit moment in de EU eerder een tekort aan zwavel dan een overmaat (door sanering van de SO₂ depositie). Om problemen met zwavel te voorkomen adviseren Aarnink en Van Harn (2010) i.p.v. aluminiumsulfaat aluminiumchloride of een combinatie van aluminiumsulfaat en aluminiumchloride toe te voegen aan het strooisel.

Aarnink en Van Harn (2010) geven verder aan dat door toevoeging van aluminiumsulfaat of aluminiumchloride de beschikbaarheid van fosfaat uit de mest voor de planten een probleem kan worden.

Door alum meer verspreid over de groeiperiode op het strooisel aan te brengen, zou het effect op de ammoniakemissie misschien kunnen worden vergroot.

Ad 2. Aluminiumchloride

Aluminiumchloride heeft een vergelijkbare werking als aluminiumsulfaat. Het geeft een pH verlaging van het strooisel volgens een vergelijkbare reactievergelijking als bij aluminiumsulfaat (zie Ad 1).

Toevoeging van 100, 200 en 300 g AlCl₃ in vloeibare vorm per kg strooisel reduceerde de ammoniakemissie met respectievelijk 63, 76 en 76% gedurende een groeiperiode van vleeskuikens van 6 weken (Choi en Moore, 2008b), terwijl het gehalte aan vluchtige vetzuren werd gereduceerd met respectievelijk 20, 50 en 51% (Choi en Moore, 2008b).

Toevoeging van 100 en 200 g aluminiumchloride per kg strooisel tendeerde naar een betere groei en voeropname van vleeskuikens, maar had geen effect op de voerconversie en uitval; toevoeging van 300 g aluminiumchloride per kg strooisel had een negatief effect op de voeropname (Choi en Moore, 2008b).

Evenals aluminiumsulfaat zal bij toevoeging van aluminiumchloride de beschikbaarheid van fosfaat in de mest voor de planten een probleem kunnen gaan vormen.

Ad 3. Ijzersulfaat

Onderzoek van Do et al. (2005) liet een reductie zien van de ammoniakemissie op dag 42 van 97% bij gebruik van ijzersulfaat. De uitval bij de vleeskuikens bij gebruik van ijzersulfaat was echter extreem hoog (25%), waardoor dit middel niet geschikt is voor gebruik om de ammoniakemissie uit pluimveestallen te verminderen.

Ad 4. Ammoniakabsorberende stoffen (zeolieten en actief kool)

Zeolieten zijn poreuze vulkanische minerale gesteenten. Effecten worden veroorzaakt door een combinatie van absorptie en uitwisseling van mineralen (Nahm, 2005). Een laag mest met 38% zeolieten, aangebracht bovenop de mest, gaf een ammoniakreductie van 44% (Kithomie et al., 1999).

Volgens Nakau et al. (1981) is het toevoegen van 5 kg/m² zeolieten of vers zaagsel op dag 28 van de groeiperiode een goede methode om de ammoniakemissie te reduceren.

Door het Pluimveeonderzoekcentrum Spelderholt zijn in het verleden verschillende absorberende stoffen onderzocht ten aanzien van het effect op de ammoniakemissie. Deze stoffen werden gemengd met het strooisel. Resultaten van deze proeven lieten zien dat voor een substantiële verlaging van de ammoniakemissie grote hoeveelheden van deze stoffen nodig waren, waardoor deze maatregelen niet kosteneffectief zijn (Ellen et al., 2005).

Bedacht moet worden dat in de VS, in tegenstelling tot Nederland, het strooisel in vleeskuikenstallen in het algemeen niet wordt vervangen tussen de ronden. Dit geeft zonder toevoeging van aluminiumsulfaat vanaf het begin van de mestperiode al een relatief hoge ammoniakemissie. In Nederland is bij vers strooisel de ammoniakemissie in het begin van de groeiperiode heel gering. Om die reden zal in Nederland het effect op de productie daarom waarschijnlijk geringer zijn dan in de VS. Daarnaast is het wellicht niet noodzakelijk dezelfde doseringen als in de VS / literatuur te gebruiken om vergelijkbare effecten te krijgen. In Nederland wordt na elke ronde gereinigd en ontsmet en nieuw strooisel aangebracht. En misschien is het mogelijk om de aluminiumsulfaat of -chloride halverwege de ronde aan te brengen. Nader onderzoek aan deze toevoegmiddelen onder Nederlandse omstandigheden is dus wenselijk.

Het gebruik van toevoegmiddelen aan het strooisel zal bij vleeskalkoenen en -eenden mogelijk vergelijkbare effecten geven op de ammoniakemissie. Ten aanzien van (opfok-)leghennen in traditionele scharrelstallen moet rekening worden gehouden met het feit dat een groot deel van de mest onder de roosters komt. Om een vergelijkbaar effect te hebben zal het toevoegmiddel ook hier aangewend moeten worden.

Andere emissies

Het is mogelijk dat de genoemde middelen ook een effect hebben op de geuremissie en de emissie van methaan en lachgas. Onderzoek hiernaar is echter niet bekend. Een effect op de emissie van fijnstof wordt niet verwacht.

3.1.7 Strooiselmanagement

Type strooiselmateriaal

Ammoniak

Uit onderzoek van Van Harn *et al.* (2009) blijkt dat het gebruik van *snijmaïssilage* als strooisel-materiaal voor vleeskuikens resulteerde in een lagere ammoniakemissie. De ammoniakemissie bij snijmaïssilage was respectievelijk 49, 58 en 53 procent³ lager ten opzichte van houtkrullen, tarwestro en koolzaadstro. Gebruik van snijmaïssilage als strooisel gaf in dit onderzoek ook een 19% lagere PM_{2,5} emissie (Van Harn *et al.*, 2009).

Het gebruik van snijmaïssilage bij vleeskuikens had geen effect op de productieresultaten (groei, voerconversie en uitval) van vleeskuikens, wel was er een tendens naar minder voetzoollaesies. De auteurs melden verder dat het gebruik van snijmaïs leidde tot hogere stookkosten. Ook in Duitsland wordt gemeld dat het gebruik van snijmaïssilage als strooiselmateriaal (*DGS-Magazins*, 07/2007) resulteerde in een duidelijke lagere ammoniakconcentratie en -emissie. Het gebruik van snijmaïssilage gaf minder voetzoollaesies en uit recent onderzoek in Duitsland is gebleken dat snijmaïssilage de prevalentie van Salmonella kan reduceren (Völkel et al., 2011).

Omdat snijmaïssilage een relatief vochtig product is (35% droge stof) lijkt snijmaïssilage niet geschikt als strooiselmateriaal in de andere pluimveesectoren. Zowel in de kalkoenen- als eendensector dient regelmatig te worden bijgestrooid. Doel van dit bijstrooien is de strooiselkwaliteit te verbeteren. Dit kan echter alleen worden gerealiseerd door het bijstrooien van relatief droog strooisel. Bij het toepassen van snijmaïssilage als strooiselmateriaal zal dit vooraf moeten worden gedroogd.

³ Dit zijn reductiepercentages gebaseerd op gemoduleerde emissiewaarden

Voor de legsector lijkt het effect van snijmaïssilage om de ammoniakemissie te verminderen beperkt, simpelweg omdat de productieperiode te lang is. Het regelmatig bijstrooien met snijmaïssilage zal mogelijk leiden tot een slechtere strooiselkwaliteit (minder rul), wat ten koste gaat van het scharrel en stofbadgedrag. Aan de andere kant kan het verstrekken van snijmaïssilage juist ook het scharrelgedrag van de leghennen stimuleren. Leghennen zullen de in de snijmaïssilage aanwezige maiskorrels opnemen. Daarnaast zal het effect in verhouding ook geringer zijn dan bij vleeskuikens, omdat bij leghennen maar een deel van de ammoniak uit het strooisel komt.

Turfstrooisel, van nature een zuur product, zou mogelijk ook de ammoniakemissie kunnen reduceren. Onderzoekers uit Finland meldden lagere ammoniakconcentraties in pluimveestallen waar turf als strooiselmateriaal werd gebruikt (Shah et al, 2006). In vergelijking met stro of houtkrullen kan turf vier keer meer ammoniak absorberen (Kempainen, 1987). Jeppsson (1998; 1999) vond bij jongvee en varkens een 50% lagere ammoniakemissie wanneer deze gehuisvest waren op een mengsel van turf en gehakseld stro in vergelijking met lang stro, gehakseld stro of houtkrullen. Het reducerend vermogen van turf werd toegeschreven aan het groter absorberend vermogen, de lagere pH en de hoge C/N ratio.

Bij het Proefbedrijf voor de Veehouderij (Geel, België) is onderzoek verricht naar het gebruik van turf (De Baere, 2006). Uit deze studie bleek dat de productieresultaten bij turfstrooisel vergelijkbaar waren met die van houtkrullen en dat er minder voetzoollaesies en brandhakken voorkwamen bij turf.

Andere emissies

Uit het onderzoek van Harn et al (2009) bleek dat het toepassen van verschillende soorten strooisel geen effect had op de emissie van PM10 stof. PM2.5 stof werd met 19% gereduceerd wanneer snijmaïssilage werd gebruikt in plaats van houtkrullen. Tijdens het onderzoek zijn geen metingen verricht aan de emissie van geur. Als door fermentatie in het strooisel de ammoniakemissie wordt verlaagd dan zal dit waarschijnlijk ook effect hebben op de vorming van geurcomponenten. Hoe dit uitwerkt in geuremissie is echter de vraag. Ook niet duidelijk is het effect van snijmaïssilage op methaan en lachgas. De methaanemissie kan toenemen als er een anaerobe situatie ontstaat in het strooisel. Bij een aerobe situatie is er geen toename te verwachten. Of er extra lachgas ontstaat, is vooral afhankelijk van wat de oorzaak is van de lagere ammoniakemissie. Meer onderzoek hiernaar moet duidelijkheid geven. Van de andere strooiselmaterialen wordt geen effect verwacht op de emissie van broeikasgassen.

Tussentijds vervangen van strooiselmest

Ammoniak

In strooiselstallen voor pluimvee komt de meeste ammoniak, geur en fijnstof uit de (strooisel)mest. Door deze strooiselmest regelmatig te vervangen door vers strooisel wordt de bron van deze emissies weg genomen. Deze optie biedt mogelijkheden voor alle pluimveesectoren. De praktische uitvoering zal verder uitgezocht moeten worden.

Beurskens et al (2002) vond een 40 % lagere ammoniakemissie bij vleeskalkoenen bij een systeem waarbij de strooiselmest iedere 14-21 dagen, afhankelijk van de leeftijd van de dieren, werd verwijderd uit de stal en werd vervangen door nieuw strooisel.

De mestperiode is bij vleeskuikens veel korter dan bij kalkoenen. Maar toch verwachten we dat het uitmesten van de stal op bijvoorbeeld 28 dagen leeftijd kan leiden tot een wezenlijke reductie van de ammoniakemissie op een relatief goedkope manier. Door bij vleeskuikens het strooisel op circa 28 dagen leeftijd uit de stal te verwijderen, zal het weer enige tijd duren voordat de ammoniakemissie weer op gang komt, omdat enerzijds de bron van ammoniak (de mest) wordt verwijderd en anderzijds de groei van de bacteriën die de NH₃-vorming veroorzaken wordt doorbroken.

Of bij eenden het tussentijds verwijderen en vervangen van het strooisel ook zal resulteren in een lagere ammoniakemissie is de vraag. Metingen aan een twee-leeftijdensysteem lieten immers zien dat twee dagen na het overplaatsen / splitsen van het koppel naar de afmeststal de emissie op ongeveer het niveau van het all-in/all-out systeem lag (Wever en Hol, 1999). Het effect van een schone strooisellaag duurde dus niet lang en de meeste emissie kwam waarschijnlijk uit de toplaag. Bij eenden levert vers geproduceerde mest dus blijkbaar een grote bijdrage aan de totale emissie. Een nadeel van het regelmatig vervangen van het strooisel zijn de extra kosten, bestaande uit extra strooiselkosten en hogere mestafzetkosten. Hierboven op komen mogelijk nog extra kosten voor de arbeid om het strooisel te verwijderen of de kosten van een strooiselverwijderingssysteem.

Andere emissies

Het regelmatig vervangen van het strooisel zal ook een effect hebben op de andere emissies. Resultaten van metingen zijn echter niet bekend.

Dikte strooisellaag

Ammoniak

De dikte van de strooisellaag heeft geen effect op de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen (Elwinger en Svensson, 1996; Nicholson e.a., 2004). Bij leghennen, kalkoenen en eenden is niets bekend over het effect van de dikte van de strooisellaag op de ammoniakemissie. Een dikkere strooisellaag is wel in staat meer vocht te op te nemen, waardoor gemiddeld het drogestofgehalte hoger is. Via het drogestofgehalte kan er een effect zijn op de emissie van ammoniak (zie par. 3.2.6). Het aanbrengen van meer strooisel brengt ook extra kosten met zich mee. Enerzijds door de aankoop, anderzijds vanwege extra mestafzet.

Leghennenhouders hebben 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 aantal keer (2 - 6) een gedeelte van het strooisel uit de stal verwijderd. Doordat de strooiselmest (of althans een deel ervan) regelmatig wordt verwijderd zal mogelijk ook de ammoniakemissie lager zijn.

Andere emissies

Vanuit de varkenshouderij is bekend dat een dikkere laag stro een verlaging geeft van de emissie van fijnstof. Het stof zakt in het stropakket naar beneden in de vochtige onderlaag en komt niet (terug) in de stallucht (Aarnink en Ellen, 2006). Bij pluimvee wordt dit effect niet verwacht. Emous et al (2009) geven aan dat bij leghennen een dunnere strooisellaag juist een lagere emissie van fijnstof zou kunnen geven. Vleeskuikens en -eenden hebben relatief korte rondes, waardoor er geen dikke laag strooisel komt. Dit geldt ook, zij het minder, voor vleeskalkoenen. Het strooisel zal door (opfok-)leghennen regelmatig worden omgewerkt door scharrel- en stofbadgedrag, waardoor het stof niet de kans krijgt zich hierin te hechten.

Ten aanzien van de emissie van geur, methaan en lachgas zou een dikkere laag strooisel een toename van de emissie kunnen geven. Dit omdat er meer bacterielevens aanwezig is.

3.2 Huisvestingsmaatregelen

3.2.1 Verkleining emitterend oppervlak

Verkleining van het emitterend strooiseloppervlak is vooral relevant voor leghennen. Voor vleeskuikens, kalkoenen en eenden zou dit een totale aanpassing van het stalconcept vergen. Bij leghennen wordt dit principe al toegepast bij volièrehuisvesting ten opzichte van scharrelhuisvesting. Door de geproduceerde mest zoveel mogelijk op mestbanden op te vangen, te drogen en regelmatig af te voeren, kan de ammoniakemissie worden gereduceerd. De mogelijkheden ten aanzien van deze maatregel in bestaande traditionele scharrelstallen zijn echter waarschijnlijk beperkt, aangezien voldaan moet worden aan de welzijnsregelgeving.

3.2.2 Mobiele voer- en drinklijn

Ammoniak

De ScanFeeder is een voer- en drinkstelsel dat zich zeer langzaam voortbeweegt over de breedte van de stal. Aan de ScanFeeder zijn beluchtingspijpen bevestigd die het strooisel droog houden (> 60% ds). Hierdoor blijft het strooisel gedurende de gehele ronde van goede kwaliteit en wordt de ammoniakemissie gereduceerd. Metingen lieten een reductie van de ammoniakemissie zien van ca. 35% (Hol et al., 2007).

Eerdere (indicatieve) metingen aan dit systeem lieten een ammoniakreductie van 70 % zien (Van Harn en Veldkamp, 2005). Uit deze metingen bleek dat niet alleen de ammoniakconcentratie consequent lager is, maar ook dat deze pas veel later op gang komt dan in de controlestal.

In bovenstaande twee onderzoeken werd het strooisel belucht met stallucht. Door te beluchten met de lucht die afkomstig is van een warmtewisselaar (drogere lucht) zou mogelijk de ammoniakemissie beneden de grenswaarde van 45 gram/dierplaats per jaar uit komen.

Ook voor kalkoenen zou de ScanFeeder ingezet kunnen worden als een potentieel emissiearm systeem. Het systeem wordt op één kalkoenbedrijf toegepast maar NH₃-emissie is niet gemeten. Voor eenden lijkt dit systeem niet geschikt omdat de mest van eenden te nat is.

De ScanFeeder is niet inzetbaar voor de legsector. Voersystemen zijn hier vaak op de stellingen / beun geplaatst.

Andere emissies

Door de andere verdeling van de mest over de oppervlakte van de stal zal in combinatie met de beluchting zal de bewegende voerlijn ook een reducerend effect kunnen hebben op de emissies van geur, methaan en lachgas. Door het drogere strooisel zou de emissie van fijnstof toe kunnen nemen. Hierover zijn geen cijfers bekend.

3.2.3 Drinkstelsysteem

Ammoniak

Het toegepaste drinkwatersysteem heeft invloed op de hoeveelheid morswater en daarmee op de kwaliteit van het strooisel en hierdoor weer op de ammoniakontwikkeling. In zijn algemeenheid wordt aangenomen dat een hoger drogestofgehalte van het strooisel een lagere ammoniakemissie geeft. In een onderzoek (Van Middelkoop en Van Harn, 1995a) waarbij verschillende drinksystemen voor vleeskuikens werden vergeleken, werd echter de hoogste ammoniakemissie gevonden bij het drinkstelsysteem dat het hoogste drogestofgehalte van het strooisel gaf. De lagere ammoniakemissie bij de rondrinker werd vooral veroorzaakt in de laatste twee weken van de mestperiode als de strooisellaag bij de rondrinkers dicht begint te slaan en bij de nippelsystemen nog rul is. Mede hierdoor neemt bij de rondrinkers de ammoniakemissie de laatste week minder toe dan bij de "nippelsystemen".

Elwinger en Svensson (1996) en Nickolson et al (2004) vonden in hun onderzoek ook een lagere ammoniakemissie bij rondrinkers in vergelijking met drinknippels. Het lagere drogestofgehalte van het strooisel wordt door beiden als oorzaak aangewezen. Da Borso (1999) vond een 38,5 % lagere emissie bij gebruik van nippels met opvangschoteltjes in plaats van alleen nippels. Ook in het onderzoek van Van Middelkoop en Van Harn (2005) wordt een lagere ammoniakemissie gevonden bij het gebruik van drinknippels met daaronder opvangschotels (tabel 11) in vergelijking met drinknippels. In het onderzoek van Van Middelkoop en van Harn werd echter de laagste ammoniakemissie gevonden bij rondrinker en cups, de systemen met het laagste drogestofgehalte in het strooisel. Hieruit blijkt dat de relatie drogestofgehalte en ammoniakemissie geen statisch gegeven is. Het lijkt immers niet te gaan om de bereikte drogestofgehalte, maar de snelheid waarmee de geproduceerde mest wordt gedroogd, de beschikbaarheid van zuurstof (structuur), temperatuur in de strooisellaag (wel/geen broei), enz. (Groot Koerkamp et al., 1994). Bovendien heeft het drogestofgehalte betrekking op het gemiddelde en geeft het geen inzicht in de spreiding van het drogestofgehalte in de stal en het verloop tijdens de ronde.

Tabel 11 Effect gebruikte drinkstelsysteem bij vleeskuikens op de ammoniakemissie

Kenmerk	Drinknippel	Rondrinker	Cup	Drinknippel + opvangschotel
Emissie/ronde (g NH ₃ /dier)	13,0	9,4	10,4	11,4
Emissie/jaar (g NH ₃ /dier)	91,3	66,0	73,0	80,0
Rel. ammoniak emissie t.o.v. drinknippel (%)	100	72	80	88
Gemiddeld drogestofgehalte strooisel (%)	69,7	63,1	65,7	67,6

(Bron: Van Middelkoop en Van Harn, 1995a)

Het onderzoek in de vleeskuikens geeft ook geen duidelijk beeld voor de andere pluimveesectoren. Bij (opfok)leghennen in traditionele scharrelstallen komt daarbij dat het drinkwatersysteem boven de roostervloer met daaronder de mestput zijn aangebracht. Het effect van een drinkwatersysteem via het drogestofgehalte van de mest op de ammoniakemissie is daarbij nog lastiger in te schatten. Een sterke verlaging van het drogestofgehalte door bijvoorbeeld meer morswater, kan het broeiproces in

de mest vertragen. Hierdoor ontstaat er minder ammoniak. Geen morswater geeft dan juist wel groei in de mest met veel ammoniak tot gevolg.

Andere emissies

Via het drogestofgehalte van het strooisel of de mest zal er ook een invloed zijn op de andere emissies. Een duidelijke relatie met het type drinkwatersysteem zal daarbij echter moeilijk te leggen zijn, net als bij ammoniak.

3.2.4 Aanpassing wijze van ventileren

In traditionele vleeskuikenstallen gaat een groot deel van de ventilatielucht ongebruikt weer naar buiten. Door er voor te zorgen dat ventilatielucht direct bij de dieren wordt gebracht kan worden volstaan met een veel lager ventilatiedebiet. Bij een gelijkblijvende ammoniakconcentratie in de lucht neemt hierdoor ook de ammoniakemissie af. Berekeningen op basis van de emissiefactoren in de Rav geven aan dat dit een rechtlijnig verband is. Dat wil zeggen dat een verlaging van het gemiddelde ventilatiedebiet met 10% ook een verlaging van de emissie met 10% geeft. Voor een bestaande traditionele stal is het echter moeilijk aan te tonen dat er gericht wordt geventileerd. Hiervoor zullen nog technieken of registratiesystemen moeten worden ontwikkeld.

Bovenstaande geldt niet alleen voor ammoniak, maar in principe voor alle emissies omdat dit een resultaat is van concentratie en debiet.

3.2.5 Conditionering binnenkomende lucht

Een andere mogelijkheid om de hoeveelheid ventilatielucht te beperken is om de binnenkomende lucht voor te conditioneren. Hiermee kan een constant klimaat in de stal worden gecreëerd, waardoor er minder grote schommelingen zijn in het ventilatieniveau. Een systeem dat hiervan gebruik maakt is het zogenaamde TerraSea-systeem. In een TerraSea stal wordt de buitenlucht voor hij de stal in gaat geconditioneerd. Afhankelijk van de buitentemperatuur en de gewenste staltemperatuur wordt de lucht gekoeld of verwarmd tot de optimale staltemperatuur. Dit gebeurt met behulp van warmtewisselaars en een warmtepomp. Voor verwarming en koeling van de lucht wordt onder andere gebruik gemaakt van aardwarmte waardoor het energieverbruik bij dit systeem wordt teruggedrongen. Ook is het mogelijk om de restwarmte uit de ventilatielucht terug te winnen, om hier vervolgens de binnenkomende ventilatielucht mee op te warmen.

Omdat de binnenkomende lucht tijdens de zomermaanden wordt gekoeld alvorens deze de stal ingaat, kan worden volstaan met een veel lager ventilatiedebiet in vergelijking met traditionele stallen. Er wordt bij dit systeem dan ook maar 30% van de normale maximale ventilatiecapaciteit geïnstalleerd.

Bij de huidige TerraSea stallen wordt m.b.v. een luchtwasser de uitgaande lucht gewassen waardoor de ammoniak-, geur- en fijnstofemissie fors worden gereduceerd. Echter door het geringere ventilatiedebiet zal de ammoniakemissie ook zonder gebruikmaking van luchtwassers lager zijn.

Metingen door Wageningen UR laten zien dat reducties van 30 - 45% mogelijk zijn. Dit komt overeen met de theoretische berekeningen waarbij het gemiddelde ventilatiedebiet wordt verlaagd.

Door de inkomende lucht te conditioneren kan dus worden volstaan met een lager ventilatiedebiet en geeft dit hoogstwaarschijnlijk ook een lagere ammoniakemissie. Door dit systeem te combineren met warmteopslag in de grond kan daarnaast ook worden bespaard op de energiekosten, maar voor de reductie van de ammoniakemissie is dit niet perse noodzakelijk.

Het TerraSea concept is met name interessant voor houderijsystemen met een regelmatige warmtevraag. De vleeskuiken-, kalkoenen- en eendensector lijken derhalve het meest voor de hand liggend, voor de legsector lijkt dit concept derhalve minder interessant. Voor opfokleghennen is het wel toepasbaar, maar zal de besparing op de energiekosten veel lager zijn vanwege de lagere warmtebehoefte door de langere ronden.

Naast besparing op de energiekosten (indien gebruikt wordt gemaakt van een warmtepomp en warmte-opslag in de grond), mag er een verbetering van de technische resultaat worden verwacht van dit systeem. In het onderzoek van Ellen e.a. (2008) naar de kosten van emissiearme huisvestingsystemen wordt bij vleeskuikens vermeld dat het gebruik van het TerraSea concept resulteert in een lagere voederconversie (8 punten), een hogere groei (2,5 gram/dier/dag) en een lagere uitval (1%). Dit zijn echter resultaten van één bedrijf, verkregen via de leverancier van het systeem.

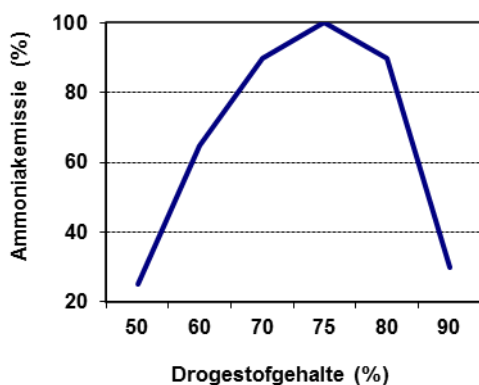
De opmerking ten aanzien van de andere emissies gemaakt bij de wijze van ventileren geldt ook bij het conditioneren van de binnenkomende lucht.

3.2.6 Beluchting mest / strooisel

Ammoniak

Het drogestofgehalte van het strooisel heeft samen met de structuur ook een effect op de vorming en emissie van ammoniak. In de pluimveesector wordt het drogen van de mest door middel van beluchten al veel toegepast. Gezien het aantal systemen in de lijst met emissiefactoren heeft deze techniek een duidelijke verlaging van de ammoniakemissie tot gevolg.

De ammoniakemissie in pluimveestallen is sterk afhankelijk van het drogestofgehalte van de (strooisel)mest. Uit onderzoek van Groot Koerkamp *et al.* (2000) blijkt dat de ammoniakemissie bij vleeskuikens het hoogst is bij een drogestofgehalte van ca. 75%. Bij hogere en lagere drogestofgehalten neemt de ammoniakemissie af (figuur 4). Lage drogestofgehalten (<60%) van het strooisel is bij vleeskuikens en kalkoenen niet aan te bevelen vanwege een toename van voetzoolproblemen en indirect een afname van de performance. Voor hennen is vochtig strooisel niet aantrekkelijk om te gebruiken als nestmateriaal, wat zou kunnen leiden tot minder buitennesteieren. Ook zou het kunnen leiden tot een vermindering van de fijnstofemissie, daarentegen zou het percentage vuilschalige eieren kunnen toenemen (Ellen en Van Harn, 2010). Mest met hogere drogestofgehalten heeft als bijkomend voordeel dat de mestafzetkosten ook lager zijn.



Figuur 4 Schematisch verloop NH₃-emissie uit strooisel als functie van het drogestofgehalte (Bron: Groot Koerkamp *et al.*, 2000)

Het gemiddeld drogestofgehalte van eendenmest ligt rond de 30%, dit is dus veel lager dan bij leghennen, vleeskuikens en kalkoenen. Toch is het mogelijk door de mest te drogen de ammoniakemissie te reduceren. Immers door eenden te huisvesten op een verhoogde strooiselvloer, een vloer waarbij de strooiselmest continue wordt belucht / gedroogd) werd de ammoniakemissie met circa 45% gereduceerd (De Buisonjé, 1993). Voor het beluchten was echter wel veel energie nodig. Lagere drogestofgehalten van het strooisel (<25%) lijken ook bij eenden niet wenselijk, omdat hierdoor meer bevuilding van de dieren optreedt waardoor er wordt gekort op de uitbetaling. Bovendien is het de vraag of een lager droge stofgehalte resulteert in een lagere ammoniakemissie, aangezien bij eenden de emissie met name door de verse mest wordt veroorzaakt (De Buisonjé, persoonlijke mededeling).

Een mogelijkheid om mest of strooisel te drogen is deze geforceerd te beluchten. Nagenoeg alle systemen in de leghennenhouderij om de ammoniakemissie uit de stal te verlagen maken hier gebruik van. Ook in stallen voor vleeskuikenouderdieren wordt het toegepast. Voor vleeskuikens zijn ook verschillende systemen die berusten op dit principe opgenomen in de bijlage van de Rav. De beluchting van het strooisel kan met stallucht. Bij vleeskuikens zou de lucht als gevolg van de dierbezetting, met name in de laatste weken van de productieperiode onvoldoende bij de mest kunnen komen waardoor er onvoldoende droging plaatsvindt. Mogelijk dat het gebruik maken van opgewarmde (drogere) buitenlucht een groter drogend effect heeft. Er is echter geen onderzoek bekend waarbij gekeken is naar het effect op de ammoniakemissie van opgewarmde verse buitenlucht.

Voor het beluchten van het strooisel kan gebruik worden gemaakt van extra ventilatoren die de lucht over het strooisel blazen. De verwachting is dat het gebruik van ventilatoren die zorgen voor een continue luchtverplaatsing in de stal (m.n. over het strooisel) kunnen leiden tot aanzienlijke reducties. Het ammoniak reducerend principe van bijvoorbeeld het mixluchtsysteem, verwarmingssysteem met warmteheaters en ventilatoren en warmtewisselaar met luchtmengsysteem voor droging strooisellaag zijn deels hierop gestoeld. Technieken die ook toegepast zouden kunnen worden zijn het continu (op een laag niveau) laten draaien van de ventilatoren die worden gebruikt bij heteluchtkanonnen om de warme lucht te circuleren, of het gebruik van plafondwaaiers. Plafondwaaiers kunnen in alle sectoren worden ingezet. Ook het installeren van beluchtingsbuizen behoort bij alle sectoren tot de mogelijkheden. Bij vleeskuikens, kalkoenen en eenden is het mogelijk om het strooisel te beluchten door middel van buizen die zijn aangebracht boven de voer- en/of drinklijnen. Bij leghennen zou aan de beun of aan de volière een buis kunnen worden bevestigd voor de beluchting. Er dient nog wel nader onderzoek plaats te vinden naar o.a. de hoeveelheden te verplaatsen lucht (debeten) en bijbehorende reducties aan ammoniak. Bij leghennen in traditionele scharrelstallen zal de verlaging van de ammoniakemissie in verhouding lager zijn dan in stallen met volledig strooisel. Dit omdat een deel van de ammoniak maar uit het strooisel komt.

Door het beluchten van het strooisel zal de kans op uitval door hittestress geringer zijn. Ook zal met name bij vleeskuikens, kalkoenen en eenden tijdens warme dagen de doorgroei beter zijn. Aan de andere kant moet voorkomen worden dat de luchtsnelheden op dierniveau te hoog worden. Het circuleren van de warme stallucht uit de nok van de stal in het begin van de ronde zou mogelijk de verwarmingskosten kunnen verminderen.

Andere emissies

Inschatting is dat door het beluchten van het strooisel de emissies van geur, methaan en lachgas zullen afnemen vanwege de hogere drogestofgehaltenes. De emissie van fijnstof kan daardoor toenemen. Ellen en Van Harn (2009) geven aan dat er een duidelijke toename is van de fijnstofemissie bij hogere drogestofgehaltenes bij vleeskuikens.

3.2.7 Vloerverwarming en -koeling

Ammoniak

Het drogestofgehalte van de mest kan ook worden verhoogd door het te verwarmen. Vloerverwarming is de meest eenvoudige manier om mest/strooisel in een stal op te warmen. Bijkomend voordeel van vloerverwarming is dat de warmte ook direct aan de dieren ten goede komt, wat de start bij jonge dieren eenvoudiger maakt. Echter, verwarmen ten behoeve van de dieren is maar in een zeer beperkte tijd van de productieperiode nodig. Na 10 - 15 dagen is, behalve bij extreem lage buitentemperaturen, niet veel verwarming meer nodig. In die korte periode is er nog nauwelijks mest geproduceerd in de stal en dus nog nauwelijks ammoniakvorming. Pas later in de productieperiode wordt er ammoniak gevormd. Van Middelkoop en Van Harn (1995b) geven aan dat het gebruik van vloerverwarming bij vleeskuikens in tegenstelling tot de verwachting niet leidde tot een lagere ammoniakemissie. Ook voor eenden en kalkoenen is het niet aannemelijk dat het gebruik van vloerverwarming zal leiden tot een lagere ammoniakemissie. Immers de productieperiode bij eenden is met 7 weken goed vergelijkbaar met die van vleeskuikens, maar de warmtebehoefte van eenden is geringer. De productieperiode van kalkoenen is nog veel langer als die van vleeskuikens (ca. 20 weken), terwijl ook bij deze dieren de warmtebehoefte in de beginfase ligt.

Bij de aanwezigheid van vloerverwarming kan dit ook worden gebruikt om de vloer te koelen. Dit heeft als effect dat de warmte uit mest op de vloer ook wordt afgevoerd, waardoor er geen broei meer optreedt. Uiteindelijke gevolg is minder vorming van ammoniak. Van dit proces wordt gebruik gemaakt in het Kombideksysteem. Dit systeem is in de bijlage van de Rav opgenomen voor vleeskuikens met een emissie van 0,045 kg NH₃/dierplaats/jaar. Ook bij andere sectoren als vleeskalkoenen en -eenden zou dit kunnen worden toegepast. Uitgaande van een vergelijkbare reductie als bij vleeskuikens (44%) zou de emissie op respectievelijk op 0,381 kg NH₃/dierplaats/jaar voor vleeskalkoenen en 0,118 kg NH₃/dierplaats/jaar voor vleeseenden komen.

De reductie in stallen met een gedeeltelijk strooiselvloer (opfokleghennen en leghennen in scharrelstallen) zal in verhouding lager zijn omdat maar een deel van de ammoniak uit het strooisel komt. Of koeling van de mest onder de roosters ook een effect heeft op de ammoniakemissie is niet bekend. De verwachting is dat maar beperkt zal zijn, omdat het om in verhouding een dikkere laag

gaat. Het koelen van de bovenste laag (verse) mest zal aan het eind van de ronde maar heel beperkt zijn.

Andere emissies

Het voorkomen van broei zal ook tot gevolg hebben dat andere gasvormige emissies afnemen. Dit omdat bij lagere temperaturen de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de gassen, minder actief zijn. Als het strooisel niet te nat wordt als gevolg van condensvorming, is de verwachting dat er geen verschil zal zijn in de emissie van fijnstof.

3.2.8 Waterwasser

Ammoniak

Een waterwasser is vooral bedoeld om de emissie van fijnstof te reduceren. Het gebruik van deze techniek zou ook de emissie van ammoniak kunnen beperken. De ammoniakreductie die bereikt kan worden is waarschijnlijk vooral afhankelijk van de hoeveelheid spuiwater die afgevoerd wordt. Het rendement voor ammoniakreductie kan waarschijnlijk verhoogd worden door zuur aan het water toe te voegen. Belangrijk aandachtspunt is dan wel de afvoer van het spuiwater.

Op dit moment wordt er aan een waterwasser gemeten. De eerste resultaten van de metingen lijken te resulteren in een lagere ammoniakemissie. Waardoor dit wordt veroorzaakt wordt momenteel nader onderzocht (persoonlijke mededeling R.W. Melse, 2011). Het gebruik van een waterwasser zou dus een systeem kunnen zijn waarmee de ammoniakemissie kan worden gereduceerd.

Andere emissies

Zoals al aangegeven is de waterwasser ontwikkeld om de emissie van fijnstof te reduceren. In de lijst met de emissiefactoren is een reductiepercentage opgenomen van 33%. Ten aanzien van de broeikasgassen wordt geen reductie verwacht. Voor geur kan ook een geringe reductie worden verwacht, vergelijkbaar met die van chemische luchtwassers (30% reductie).

4 Samenvattende tabellen en geschatte effecten bij combinatie van maatregelen

In dit hoofdstuk worden overzichten weergegeven van perspectiefvolle huisvesting- en managementmaatregelen die de ammoniakemissie uit pluimveestallen verminderen. Bij de huisvestingsmaatregelen zijn ook, voor zover bekend, effecten op productieresultaten, gezondheid, strooiselkwaliteit, productkwaliteit en de emissies van geur, fijnstof en broeikasgassen aangegeven. Tevens worden in dit hoofdstuk de effecten op de ammoniakemissie ingeschat van combinaties van deze maatregelen.

4.1 Perspectiefvolle huisvestings- en managementmaatregelen

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de meest perspectiefvolle systemen. Per systeem is aangegeven voor welke deelsector het geschikt is. Indien mogelijk is een schatting gemaakt van het reductiepercentage dat voor de ammoniakemissie wordt verwacht. Daarnaast zijn, voor zover bekend, de effecten op productieresultaten, gezondheid, strooiselkwaliteit, productkwaliteit en de emissies van geur, fijnstof en broeikasgassen aangegeven.

Tabel 12 Overzicht van perspectievolle huisvesting- en managementmaatregelen om ammoniakemissie uit pluimveestallen te verminderen en de inschatting van deze maatregelen op productie (technische resultaten), diergezondheid, productkwaliteit, energieverbruik en emissies van fijnstof, geur en broeikasgassen

Maatregel	Welke sectoren	Effect op ¹								
		Ammoniak-emissie	Productie	Diergezondheid	Strooiselkwaliteit	Productkwaliteit	Fijn stof (PM10)	Geur	Methaan/lachgas	Energieverbruik
<i><u>Managementmaatregelen</u></i>										
Afleverstrategie	Vleeskuikens	15-50% ²	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
Langere leegstand	Opfokleghennen	5-25%								
	Leghennen	1-10%								
Strooiselmanagement: type strooisel (snijmaïssilage)	Vleeskuikens	5-15% ²	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
	Vleeskalkoenen	5-30%								
	Vleeseenden	3-30%								
	Opfokleghennen	?								
	Leghennen	?								
	Vleeskuikens	50%	+/-	+(?)	+/-	+/-	+/-	?	?	-
Strooiselmanagement: tussentijds vervangen	Vleeskalkoenen	?								
	Vleeseenden	?								
	Opfokleghennen	?								
	Leghennen	?								
Vleeskuikens	Vleeskuikens	?	+/-	+(?)	+	+/-	-?	-?	-?	+/-
	Vleeskalkoenen	40%								
Vleeseenden	?									
<i><u>Huisvestingsmaatregelen</u></i>										
Mobiele voer- en drinklijn	Vleeskuikens	35%								
	Vleeskalkoenen	?	+/-	+(?)	+	+/-	-?	+?	+?	-
Conditionering inkomende lucht	Opfokleghennen	?								
	Vleeskuikens	30-45%	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+
	Vleeskalkoenen	?								
	Vleeseenden	?								
Beluchting strooisel	Opfokleghennen	?								
	Leghennen	?								
	Vleeskuikens	>50%	+	+	+	+/-	-	+	+	-
	Vleeskalkoenen	?								
Vleeseenden	Vleeskuikens	?								
	Vleeskalkoenen	?								
Vloerverwarming en -koeling	Vleeskalkoenen	40-45%	+	+	+/-	+/-	+/-	+	+	+
	Vleeseenden	40-45%								

Maatregel	Welke sectoren	Effect op ¹								
		Ammoniak-emissie	Productie	Diergezondheid	Strooiselkwaliteit	Productkwaliteit	Fijn stof (PM10)	Geur	Methaan/lachgas	Energieverbruik
Waterwasser	Opfokleghennen	10-30%								
	Leghennen	10-30%								
	Vleeskuikens	10-30%	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	+/-	-
	Vleeskalkoenen	10-30%								
	Vleeseenden	10-30%								

¹ + = positief effect (lagere emissie/energieverbruik, betere productie/diergezondheid/strooiselkwaliteit/productkwaliteit), +/- = weinig tot geen effect; - = negatief effect (hogere emissie/energieverbruik, slechtere productie/diergezondheid/strooiselkwaliteit/productkwaliteit), ? = effect onbekend en aanvullend onderzoek nodig om effect vast te stellen. De inschatting op de reductie van ammoniak is per diercategorie. Het effect op andere aspecten is voor alle diercategorieën samen.

² Door het combineren van deze twee maatregelen kan de reductie van de ammoniak oplopen tot meer dan 60%

4.2 Combineren van maatregelen

Voor elke genoemde (perspectiefvolle) maatregel geldt op zich dat deze een reductie kan geven van de ammoniakemissie. De vraag is of maatregelen als ze worden gecombineerd, nog hetzelfde effect hebben, of dat ze elkaar beïnvloeden. Dit kan zowel in positieve zin (elkaar versterken) als in negatieve zin (elkaar verzwakken). Hierna wordt per type maatregel uit dit rapport aangegeven of de onderliggende maatregelen kunnen worden gecombineerd met de andere maatregelen en of ze elkaar zullen versterken of verzwakken. Daarbij is ook aangegeven of de maatregel kan worden gecombineerd met de al in de bijlage van de Rav opgenomen huisvestingsmaatregelen. Het uiteindelijk effect op de ammoniakemissie is te berekenen op basis van de reductiepercentages van alle toegepaste maatregelen. Hierbij geldt de volgende rekenregel:

$$\text{Emissiefactor} = \text{Emissiefactor traditioneel} \times \text{reductie\% maatregel 1} \times \text{reductie\% maatregel 2} \times \dots \times \text{reductie\% maatregel n}$$

Hierbij wordt er van uitgegaan dat er meerdere maatregelen samen kunnen worden toegepast.

Managementmaatregelen

Maatregelen die zijn gebaseerd op de aanwezigheid van dieren in de stal, zullen met alle andere maatregelen kunnen worden gecombineerd, zonder dat het effect op de ammoniakemissie van beide veranderd. Of het effect van een ander type strooisel of het vervangen van het strooisel gelijk blijft als het strooisel wordt belucht is niet duidelijk. Bij het combineren van deze maatregelen kan voorzichtigheidshalve worden uitgegaan van het reductiepercentage van een van beide maatregelen. Dit geldt ook voor de combinatie met technieken in de Rav waarbij beluchting wordt toegepast.

Huisvestingsmaatregelen

Hiervoor is al aangegeven dat niet zeker is dat het effect van het beluchten van mest/strooisel gelijk blijft bij het gebruik van ander strooiselmateriaal of het tussentijds vervangen van strooisel. Bij de andere huisvestingsmaatregelen kan worden aangenomen dat het effect gelijk blijft in combinatie met andere maatregelen.

5 Controle en handhaafbaarheid

5.1 Algemeen

Bij controle en handhaving is onderscheid tussen huisvestings- en managementmaatregelen relevant. Per categorie worden hierna de controle en handhavingsmogelijkheden geduid. Indien de agrarische ondernemer gebruik wil maken van een combinatie van maatregelen en een daaraan gekoppelde emissie(factor) ligt het voor de hand dat deze zelf verantwoordelijk is voor het beschikbaar hebben en actualiseren van de documentatie en het toegankelijk zijn van zijn bedrijf voor steekproefsgewijze fysieke controle van zijn bedrijf. In tabel 13 is per maatregel kort aangegeven hoe controle en handhaving mogelijk is.

Ter beperking van de administratieve lastendruk ligt het voor de hand om de documentatie digitaal via een beschermde verbinding beschikbaar te laten maken, inclusief aan en afvoer van dieren met specificatie van diergewichten.

5.2 Controle en handhavingsmogelijkheden

5.2.1 Management

Het houden van minder dieren in de stal en het opschuiven van zwaardere dieren naar grotere hokken kan inzichtelijk gemaakt worden met een administratie met minimaal wekelijkse registratie op hok- of afdelingsniveau (tot niveau met dezelfde oppervlakte per dier) van dieraantallen, gewichten of leeftijden, en beschikbare oppervlakte per dier. De actuele situatie zou bijvoorbeeld één maal per jaar gecontroleerd kunnen worden.

Het eerder afleveren van de dieren kan inzichtelijk gemaakt worden door afleverinformatie van de slachterij in combinatie met de dieradministratie op het bedrijf. Als een gedeelte van de dieren bij een lager gewicht wordt afgevoerd kan aanvullend de info zoals beschreven in de vorige alinea vastgelegd worden. Een langere leegstand kan worden vastgesteld aan de hand van de afleverinformatie van de slachterij en de aanleverinformatie van de broederij.

Ten aanzien van zowel het houden van minder dieren, eerder afleveren als een langere leegstand kan de informatie over geleverde hoeveelheden voer als aanvullend worden gezien.

Uiteraard kan de informatie grotendeels via geautomatiseerde systemen van veehouders en slachterijen vastgelegd en uitgewisseld worden. In de pluimveesector bestaat daarnaast ook de 'Verordening identificatie en registratie van pluimveebedrijven, broedeieren en levend pluimvee 2005' van het PPE. Hiermee worden ook de aantallen aan- en afgevoerde dieren vastgelegd. Hoe controlerende en handhavende instanties gebruik kunnen maken van deze informatie zal nader tussen partijen afgestemd moeten worden.

Gebruik van toevoegmiddelen aan strooisel op een pluimveebedrijf kan als volgt worden gecontroleerd en gehandhaafd:

- Controle van de afname van het toevoegmiddel via aankoopbonnen;
- Bij vernevelen wordt het dagelijks gebruik van toevoegmiddel automatisch gewogen en gelogd.
- Periodiek, bijvoorbeeld eens per jaar worden strooiselmonsters genomen om de concentratie van het toevoegmiddel in het strooisel te analyseren.

5.2.2 Huisvesting

Bij veel huisvestingsmaatregelen kan de toepassing op basis van de bouwtekening (opgenomen in de vergunning) en daarna via een eenmalige controle (bij oplevering van een nieuwe stal en bij een eenmalig bezoek van een bestaande stal) worden vastgesteld. Daarmee is dit redelijkerwijs voor het vervolg gegarandeerd. Bij verbouw is een huisvestingsmaatregel tevens gekoppeld aan een investering en kan een gespecificeerde offerte als extra document behulpzaam zijn. Hierbij kan een vergelijkbare benadering als bij Maatlat Duurzame Veehouderij (MDV) gevolgd worden, namelijk organisatie van de beoordeling van het huisvestingssysteem op basis van een beschrijving met bouwtekening via een certificerende instelling en eenmalige controle, op basis van een bedrijfsbezoek

of een bevestiging van de vergunningverlener dat de vergunde situatie recent (bijvoorbeeld < .. jaar geleden) geverifieerd is. Eventueel kan de actuele situatie later vergeleken worden met het vergunde huisvestingssysteem en de daaraan gekoppelde bouwtekening bij een steekproefsgewijze controle vanuit een gemeente of provincie (vergunningverlener) of een daartoe gedelegeerde instantie zoals een regionale bouw- en/of milieudienst. Wanneer een technische maatregel eenmaal is aangebracht in een stal, zal dit niet gemakkelijk meer worden verwijderd. Het bedrijf hoeft dan ook slechts eens in de paar jaar te worden bezocht om te controleren (handhaving) of de techniek nog steeds aanwezig is en wordt toegepast. Wel is het van belang dat regelmatig wordt gecontroleerd of een systeem wel 'draait'. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan registratie van het elektriciteitsverbruik, warmteverbruik, draaiuren, o.i.d. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door deze gegevens / informatie ieder kwartaal digitaal op afstand uit te lezen.

5.3 Aandachtspunten bij implementatie

Overwogen kan worden om in de vergunningverlening een onderscheid te maken tussen een constante huisvestingssituatie en een in de loop der jaren veranderende management- en voersituatie, waarbij veranderingen die leiden tot een verdere emissiereductie eerst voorgelegd moeten worden aan een certificerende instelling en veranderingen die leiden tot een emissieverhoging (naar een bekend ouder niveau) rechtstreeks voorgelegd kunnen worden aan de vergunningverlener.

Tabel 13 Samenvatting van de mogelijkheden tot controle en handhaafbaarheid van combi-maatregelen.

Maatregelen	Controle en handhaving	
	WIE levert informatie*	WELKE informatie
Afleverstrategie	Slachterij en veehouder	Aflever info slachterij + dieradministratie op bedrijf
Een- of twee leeftijdensysteem	Broederij / slachterij	Afleveringsbonnen broederij / slachterij met datum en aantal aangeleverde / afgeleverde dieren
	Veehouder	Administratie van aantallen dieren op stal- of afdelingsniveau.
Toevoegmiddelen aan strooisel	Veehouder/leverancier	Registratie/ administratie van middelverbruik (aankoopbonnen met duidelijke omschrijving) Periodieke bemonstering van strooiselmest om gebruik middel vast te stellen.
Strooiselmanagement		
Type strooisel	Leverancier	Aankoopbon met hierop het type en de hoeveelheid strooisel
Tussentijds verwijderen strooisel	Mestverwerker / -handelaar	Mestafleveringsbon
Verkleining emitterend oppervlak	Veehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Minder dieren in de stal	Veehouder	Administratie van dieraantallen
	Broederij	Afleveringsbonnen broederij met aantal aangeleverde dieren
	Slachterij	Aflever info slachterij
Mobiele voer- en drinklijn	Veehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Drinksysteem	Veehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Watergordijn/-verneveling	Pluimveehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Warmtewisselaar	Pluimveehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Wijze van ventileren	Pluimveehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Conditionering lucht	Pluimveehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef

Maatregelen	Controle en handhaving	
	WIE levert informatie*	WELKE informatie
Toevoegingen aan drinkwater	Pluimveehouder, leverancier	Registratie/administratie van middelverbruik (aankoopbonnen met duidelijke omschrijving)
Beluchting mest/strooisel	Pluimveehouder, leverancier	Bouwtekening/eenmalige controle/actuele steekproef
Dieraantallen	Broederij / slachterij	Afleveringsbonnen broederij / slachterij met datum en aantal aangeleverde / afgeleverde (en gewicht) dieren (per geslacht)
	Veehouder	Administratie van aantallen dieren op stal- of afdelingsniveau (incl. gewicht)

* veehouder is eindverantwoordelijk

6 Conclusies

Van diverse maatregelen is nagegaan of er een reducerend effect verwacht mag worden op de emissie van ammoniak. Tevens is gekeken naar de effecten van de maatregelen op welzijn, energieverbruik en emissies. Op basis van literatuur en expert judgement worden de volgende maatregelen als perspectiefvol gezien voor de genoemde pluimveesectoren:

- het eerder afleveren bij vleeskuikens
- een langere leegstandsperiode toepassen bij alle sectoren
- gebruik van snijmaïssilage bij alle sectoren
- het tussentijds vervangen van het strooisel bij alle sectoren
- toepassen van een mobiele voer- en drinklijn bij vleeskuikens en kalkoenen
- conditioneren van de binnenkomende lucht bij opfokleghennen, vleeskuikens, kalkoenen en eenden
- beluchten van het strooisel bij alle sectoren
- toepassen van vloerverwarming en -koeling bij kalkoenen en eenden
- toepassen van een waterwaster bij alle sectoren.

De te behalen reductie in de ammoniakemissie kan per sector verschillen. Bij (opfok-)leghennen is de aanwezigheid van een roostervloer met daaronder de mestopslag gedurende de ronde de oorzaak dat technieken maar een beperkte invloed hebben. Voor eenden geldt dat de mest een lager drogestofgehalte heeft waardoor het effect van technieken lager kan zijn dan bij de andere pluimveesectoren.

De genoemde maatregelen kunnen ook in combinatie worden toegepast. Alleen als strooisel wordt belucht is het niet zeker of het effect van andere maatregelen waarmee wordt gecombineerd vergelijkbaar blijft. In alle andere situaties is de verwachting dat het effect van de maatregel hetzelfde blijft.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A. en H.H. Ellen. 2006. Processen en factoren bij fijn stofemissie in de veehouderij. Rapport 11, Animal Sciences Group / Veehouderij, Lelystad.
- Aarnink, A.J.A. en J. van Harn. 2010. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij; deskstudie naar mogelijke toevoegingen aan de oliefilm. Rapport 353 Wageningen UR Livestock Research.
- Baere, K. de, 2006. Gebruik van turfstrooisel en voeders met lager eiwitgehalte bij vleeskuikens. Pluimvee nr. 43.
- Beurskens, A.G.C., J.M.G. Hol en G. Mol. 2002. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII – Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering. IMAG-rapport 2002-14. Stichting Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek.
- Borso, F. da en R. Chiumenti. 1999. Poultry housing and manure management systems: recent development in Italy as regards ammonia emissions. Proceedings of the 8th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, RAMIRAN 98, Vol. 2, posters presentation, pp 15-21.
- Buissonjé, F.E. de, 1993. Eenden op de verhoogde strooiselvloer. Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/1, p22-24
- Celen, M. F. en E. Alkis. 2009. The effects of alum application to different bedding materials on litter characteristics. Journal of Animal and Veterinary Advances 8: 899-902.
- Celen, M. F., S. Kozat, S. Ekin, B. H. Yoruk en E. Alki. 2008. Effects of adding aluminum sulfate to different litters on selected trace elements and vitamins concentrations in broiler. African Journal of Biotechnology 7: 3363-3366.
- Choi, I. H. en P. A. Moore. 2008a. Effect of various litter amendments on ammonia volatilization and nitrogen content of poultry litter. Journal of Applied Poultry Research 17: 454-462.
- Choi, I. H. en P. A. Moore. 2008b. Effects of liquid aluminum chloride additions to poultry litter on broiler performance, ammonia emissions, soluble phosphorus, total volatile fatty acids, and nitrogen contents of litter. Poultry Science 87: 1955-1963.
- Cook, K. L., M. J. Rothrock, J. G. Warren, K. R. Sistani en P. A. Moore. 2008. Effect of alum treatment on the concentration of total and ureolytic microorganisms in poultry litter. Journal of Environmental Quality 37: 2360-2367.
- Do, J. C., I. H. Choi en K. H. Nahm. 2005. Effects of chemically amended litter on broiler performances, atmospheric ammonia concentration, and phosphorus solubility in litter. Poultry Science 84: 679-686.
- Ellen, H.H. en J. Van Harn. 2009. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij; studie naar mogelijkheden van aanbrengen waterfilm op strooisel, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Ellen, H. H., J. v. Harn en T. Veldkamp. 2005. Inventarisatie mogelijkheden reductie ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. PraktijkRapport Pluimvee 16, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen, 23 pp.
- Ellen, H.H., J. van Harn en I. Vermeij. 2008. Exploitatiekosten ammoniakemissiearme systemen vleeskuikenhouderij. Rapport 108, Animal Sciences Group van WUR, Lelystad.
- Elwinger, K. en L. Svensson. 1996. Effect of dietary protein content, litter and drinker types on ammonia emission from broiler houses. Journal of Agricultural Engineering Research. 64:197-208.
- Emous, R.A. van, J. van Harn en A.J.A Aarnink. 2009. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: dikte van de strooisellaag. Rapport 254, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Ferket, P.R., E. van Heugten, T.A.T.G. van Kempen en R. Angel, 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. J Anim Sci 2002. 80:E168-E182.
- Groenestein, K. en A. Aarnink. 2008. Notitie over leegstand ten behoeve van het berekenen van een emissiefactor van een stal. Intern rapport 200808, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.
- Groot Koerkamp, P.W.G., 1994. Review on emission of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling. Journal of Agricultural Engineering Research, 59, 73 - 89
- Groot Koerkamp, P.W.G., J.H. van Middelkoop en E. Evers. 2000. Ammoniakemissie vleeskuikenstallen toegenomen. Pluimveehouderij, jaargang 30, nr 21, pag. 10-11

- Harn, J. van, J. Mosquera Losada en A.J.A. Aarnink. 2009. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij; Invloed strooiselmateriaal op fijnstof- en ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. Rapport / Animal Sciences Group, nr 218.
- Harn, J. van en T. Veldkamp 2005. Mobiele voer- en drinklijn kent pluspunten, maar ... de kuikengroei moet beter. *Pluimveehouderij* 35, 10 september 2005 (2005/36), pp. 18-19.
- Hol, J.M.G., J. Mosquera, J. van Harn en T. Veldkamp, 2007. Ammoniak- en geuremissie uit een vleeskuikenstal voorzien van de Scanfeeder met beluchting. *ASG Rapport* 33, 24 pp.
- Hörnig, G., Brunsch, R. 2000. Effect of an algal additive on the reduction of ammonia emission from broiler house. *EurAgEng*. Paper number:00-AP-037.
- Jeppsson, K. H. 1998. Ammonia emission from different deep-litter materials for growing-finishing pigs. *Swed. J. Agric. Res.* 28:197–206.
- Jeppsson, K. H. 1999. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. *J. Agric. Eng.* 73: 49–57.
- Kemppainen, E., 1987. Ammonia binding capacity of peat, straw, sawdust and cutter shavings. *Ann. Agric. Fenn.* 26, 89-94.
- Kithomie, M., W. J. Paul en A. A. Bomke. 1999. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. *J. Environ. Qual.* 28: 194-201.
- Line, J. E. 2002. *Campylobacter* and *salmonella* populations associated with chickens raised on acidified litter. *Poultry Science* 81: 1473-1477.
- Middelkoop, J.H. van en J. van Harn. 1995a. Vergelijkend onderzoek drinkwatersystemen vleeskuikens PP- uitgave no. 23. (Praktijkonderzoek Pluimveehouderij).
- Middelkoop, J.H. van en J. van Harn. 1995b. Ammoniakemissie-arme huisvestingssystemen voor vleeskuikens en het effect van vloerverwarming op emissie en technische resultaten. *Praktijkonderzoek Pluimveehouderij*, Beekbergen, PP-uitgave no. 34.
- Moore, P. A., T. C. Daniel en D. R. Edwards. 1999. Reducing phosphorus runoff and improving poultry production with alum. *Poultry Science* 78: 692-698.
- Moore, P. A., T. C. Daniel en D. R. Edwards. 2000. Reducing phosphorus runoff and inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. *Journal of Environmental Quality* 29: 37-49.
- Moore, P. A., T. C. Daniel, D. R. Edwards en D. M. Miller. 1995. Effect of chemical amendments on ammonia volatilization from poultry litter. *Journal of Environmental Quality* 24: 293-300.
- Moore, P. A., D. M. Miles, R. T. Burns, D. H. Pote en W. K. Berg. 2008. Evaluation of ammonia emissions from broiler litter. In: *International Livestock Environment Symposium - ILES VIII*, Iguassu Falls City, Brazil
- Mosquera, J., A. Winkel, F. Dousma, E. Lovink, N.W.M. Ogink, A.J.A. Aarnink. 2009a. Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in scharrelhuisvesting. Rapport 279, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., A. Winkel, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink, A.J.A. Aarnink. 2009b. Fijnstofemissie uit stallen: vleeskalkoenen. Rapport 277, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Nahm, K. H. 2005. Environmental effects of chemical additives used in poultry litter and swine manure. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 35: 487-513.
- Nicholson, F.A., B.J. Chambers en A.W. Walker. 2004. Ammonia emissions from broiler litter and laying hen manure management systems. *Biosystems Engineering*. 89(2):175-185.
- Ogink, N.W.M., J.M.G. Hol, J. Mosquera, H.M. Vermeer. 2008. Bouwstenen voor een nieuw meetprotocol ammoniakemissiemetingen voor huisvestingssystemen in de veehouderij. Rapport nog in afwerking, ASG-Veehouderij, Lelystad.
- Scheer, A., J.M.G. Hol, P.W.G. Groot Koerkamp. 2001. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LII; Volièrestal voor opfokleghennen. Rapport 2001-12, IMAG, Wageningen.
- Shah, S., P. Westerman en J. Parsons, 2006. *Poultry Litter Amendments*.
- Veldkamp, T. 1996. Ammoniakemissie bij het traditionele houderijsysteem voor vleeskalkoenen (volledig strooiselvloer). PP-uitgave no 50, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen.
- Veldkamp, T., L. Star, J.D. van der Klis, J. van Harn. 2011. Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding. Rapport in press, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad
- Völkel, I., C. Schmitz, E. Moors, M. Gauly en C.P. Czerny. 2011. Frequency of *Salmonella* detection in a broiler flock depending on different litter materials--a field study. *Division Microbiology and Animal Hygiene, Department of Animal Sciences, Georg-August-University Göttingen*, in *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 2011 Jan-Feb; 124(1-2):71-7.

- Vuuren, A.M. van en Jongbloed, A.W. 1994. General plan for the role of feeding measures to restrict ammonia emission from livestock buildings (in Dutch), Report ID-DL0 (IWO) No. 272, Lelystad, The Netherlands
- Wever, A.C. en J.M.G. Hol. 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLIII; Twee traditionele huisvestingssystemen voor vleeseenden. Rapport 99-07, IMAG, Wageningen.
- Winkel, A., J. Mosquera, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink, A.J.A. Aarnink. 2009. Fijnstofemissie uit stallen: vleeskuikens. Rapport 275, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.



Wageningen UR Livestock Research

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

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