

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 803

Mogelijkheden voor het vaststellen van emissies van leghennenstallen met een nageschakeld mestdroogsysteem

Oktober 2014



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Colofon

Uitgever

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

Redactie

Communication Services

Copyright

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

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

Aansprakelijkheid

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

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



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

Abstract

Based on the current state of knowledge, this
report explores the possibilities for
establishment of emissions for laying hen
houses connected to a manure drying system

Keywords

Laying hens, manure drying systems, manure
belt aeration, daily manure removal, emission,
ammonia, odour, particulate matter

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

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

Titel

Mogelijkheden voor het vaststellen van
emissies van leghennenstallen met een
nageschakeld mestdroogsysteem

Rapport 803

Samenvatting

In dit rapport wordt op grond van de huidige
stand van kennis verkend welke mogelijkheden
bestaan voor het vaststellen van emissies voor
leghennenstallen met een nageschakeld
mestdroogsysteem

Trefwoorden

Leghennen, mestdroogsysteem, droogtunnel,
mestbandbeluchting, dagontmesting, emissie,
ammoniak, geur, fijn stof



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 803

Mogelijkheden voor het vaststellen van emissies van leghennenstallen met een nageschakeld mestdroogstelsysteem

Possibilities for determining emissions of laying hen houses connected to a manure drying system

A. Winkel

H.H. Ellen

N.W.M. Ogink

Oktober 2014

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Uitwerking van de vraagstukken	3
2.1	Vaststelling emissies: leghennenstal met dagontmesting	3
2.2	Vaststelling emissies: leghennenstal met dagontmesting en mestdroogstelsysteem	7
2.3	Vaststelling emissies: leghennenstal met mestbandbeluchting en mestdroogstelsysteem	8
2.4	Herziening van PM10 emissiereducties voor droogtunnels	13
2.5	Bepalen van PM2,5 emissiereducties voor mestdroogstelsystemen	14
2.6	Herziening van beschrijvingen (leaflets) voor droogtunnels	15
2.7	Ammoniakemissie van Rav E 6.1 ('droogzolder') en E 6.2 ('dichte bandendroger')	15
3	Samenvatting van vraagstukken, conclusies en aanbevelingen	16
	Literatuur	19

1 Inleiding

In een onderzoeksprogramma waarin de emissies van een groot aantal stalsystemen is geactualiseerd, zijn metingen uitgevoerd aan twee leghennenstallen met een droogtunnel (Winkel et al., 2011). De metingen aan deze stallocaties lieten gemiddelde ammoniakemissies zien van 0,195 kg/dierplaats per jaar voor locatie 1 (banddroger volgens Rav E 6.4.1) en 0,288 kg/dierplaats per jaar voor locatie 2 (platendroger volgens Rav E 6.4.2). Het betreft hier de extra ammoniakemissie die optreedt uit de droogtunnel, daarnaast bestaat er nog emissie vanuit de stal behorende bij het betreffende stalsysteem. Op locatie 1 werd een deel van de mest voorgedroogd, op locatie 2 werd niet voorgedroogd. De mest verbleef op deze bedrijven gemiddeld respectievelijk 24 en 48 uur in de stal alvorens deze naar de droogtunnel werd gebracht. De gevonden emissies zijn hoger dan de 0,002 kg extra ammoniakemissie opgenomen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). Tot slot is uit dit onderzoek gebleken dat de plakkerige mestlaag in de droogtunnels een aanzienlijk deel van het fijnstof (PM10) uit de ventilatielucht kan filteren, waarmee droogtunnels als fijnstofreductietechniek kunnen dienen. Uit overleg tussen de overheid, leveranciers van droogtunnels en onderzoekers naar mogelijkheden om deze emissies te verlagen zijn twee oplossingsrichtingen naar voren gekomen die in twee aanvullende onderzoeksprojecten zijn getoetst op hun effectiviteit.

Eerste aanvullende onderzoek

In het eerste aanvullende onderzoek (Winkel et al., 2014b) zijn de ammoniakemissies bepaald van twee stallen met een droogtunnel met het doel de extra ammoniakemissie door een korte verblijftijd van verse mest in de stal binnen de perken te houden. De eerste stallocatie was ingericht met grondhuisvesting in drie etages en was uitgerust met een platendroger volgens Rav E 6.4.2. In deze stal was voordroging aanwezig, welke uitgeschakeld was. De tweede stallocatie bestond uit twee 2-etagestallen welke beide waren ingericht met volièrehuisvesting. De stallen leverden mest aan één banddroger volgens Rav E 6.4.1. In de stallen was geen voordroging aanwezig. Op beide locaties werd de mest daarmee niet voorgedroogd en werd verder álle dagelijks geproduceerde stalmest binnen 24 uur naar de droogtunnel gebracht (de gemiddelde verblijftijd in de stal is dan slechts 12 uur) en daar snel ingedroogd. De achterliggende gedachte hierbij is dat het droogproces reeds wordt ingezet voordat de microbiële omzetting van urinezuur en eiwitten tot ammoniak op gang is gekomen. De gemiddelde extra ammoniakemissies uit de droogtunnels bedroegen 0,024 kg/dierplaats per jaar voor locatie 1 en 0,045 kg/dierplaats per jaar voor locatie 2. Deze emissies zijn aanzienlijk lager dan die gevonden in het eerste onderzoek (Winkel et al., 2011).

Tweede aanvullende onderzoek

In het tweede aanvullende onderzoek (Winkel et al., 2014a) is bestudeerd of de ammoniakemissie uit droogmest kan worden teruggedrongen door de mest in de stal intensief voor te drogen tot 55% drogestof (DS). De achterliggende gedachte hierbij is dat dit gehalte hoog genoeg is om de microbiële activiteit die leidt tot ongewenste ammoniakvorming tijdens het nadrogen in de droogtunnel te onderdrukken. Hiertoe zijn kortdurende metingen van ammoniak verricht, alsook DS-bepalingen op verzamelde mestmonsters. In totaal zijn negen verschillende pluimveebedrijven 44 keer bezocht voor deze kortdurende metingen. Uit de gegevens blijkt inderdaad dat de extra ammoniakemissie uit de droogtunnel afneemt met het DS-gehalte van de mest. Bij 55% DS (van de aanvoermest) is de extra ammoniakemissie uit de droogmest ca. 60% lager dan bij nattere mest (<40% drogestof). Hoewel hoge DS-gehalten van de aanvoermest het proces van ammoniakvorming en -emissie duidelijk remmen, zijn ze niet afdoende om het proces geheel stil te leggen.

Doel en vraagstelling

In de beschreven voorgeschiedenis zijn drie onderzoeksrapporten tot stand gekomen naar de emissies en emissiereducties van droogtunnels (Livestock Research rapporten 280, 730 en 731). Ter ondersteuning van beleidsontwikkeling rondom emissies uit droogtunnels wordt in dit rapport een antwoord uitgewerkt op de volgende vraagstukken.

Vraagstuk 1 – *Geeft de huidige stand van kennis voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een stal waarin de mest binnen 24 uur zonder voor- of nadrogen uit de stal wordt verwijderd (een zogenaamde 'stal met dagontmesting')?*

Vraagstuk 2a – *Geeft de huidige stand van kennis voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een droogtunnel waarin mest snel wordt gedroogd, welke niet is*

voorgedroogd en die binnen 24 uur naar de droogtunnel is gebracht (een 'stal met dagontmesting naar een droogtunnel')?

Vraagstuk 2b – *Idem als 2a; maar dan voor geur?*

Vraagstuk 3a – *Geven de resultaten uit rapport 730 voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een droogtunnel waarin mest wordt gedroogd die is voorgedroogd tot minimaal 55% drogestof (een 'stal met voordroging en een droogtunnel')?*

Vraagstuk 3b – *Idem als 3a; maar dan voor geur?*

Vraagstuk 4 – *Is voordroging in de stal en het toepassen van een droogtunnel ('dubbel drogen') realistisch en in de praktijk toepasbaar?*

Vraagstuk 5 – *Geven de resultaten uit rapporten 730 en 731 aanleiding om de emissiereductie voor fijnstof (PM10) voor droogtunnels (bepaald op basis van rapport 280) te actualiseren?*

Vraagstuk 6 – *Is het mogelijk om op basis van rapporten 280, 730 en 731 emissiereducties voor PM2,5 vast te stellen voor droogtunnels?*

Vraagstuk 7 – *Geven de resultaten en ervaringen van rapporten 280, 730 en 731 reden de beschrijvingen (leaflets) aan te passen?*

Vraagstuk 8 – *Wat is de relatie tussen de resultaten uit rapporten 280, 730 en 731 en de droogsystemen E 6.1 en E 6.2? Zijn de huidige emissiefactoren voor ammoniak wel correct?*

Bovenstaande vraagstukken worden in de paragrafen van hoofdstuk twee nader uitgewerkt en bediscussieerd aan de hand van de beschikbare kennis uit recent en eerder onderzoek. In hoofdstuk drie worden de conclusies samengevat, alsook de aanbevelingen die gegeven kunnen worden.

2 Uitwerking van de vraagstukken

2.1 Vaststelling emissies: leghennenstal met dagontmesting

In vraagstuk 1 gaat het om de mogelijkheden voor het bepalen van de ammoniakemissie van een stal met 'dagontmesting' op basis van de thans beschikbare gegevens.

Bij dagontmesting wordt de gehele dagproductie van mest binnen 24 uur uit de stal verwijderd. De gemiddelde verblijftijd in de stal is daarmee slechts 12 uur. Verondersteld wordt dat deze maatregel een reductie van de ammoniakemissie als effect heeft. Lopende het onderzoek beschreven in rapport 731 (Winkel et al., 2014b) werd dit vraagstuk opnieuw relevant omdat in dit onderzoek aan stallen met dagontmesting (en een droogtunnel) werd gemeten, waarbij tevens een 'theoretische emissie' is gerapporteerd alsof zou alle ventilatielucht direct vanuit de stal (met dagontmesting) zijn uitgeworpen, in plaats van ten dele als drooglucht door de droogtunnel gevoerd. Het is mogelijk dat de extra emissie uit de droogtunnel (enkele tientallen grammen per dierplaats per jaar) kan worden gecompenseerd door een lagere emissie uit de stal t.g.v. het dagontmesten. In rapport 731 wordt in de Discussie daarom reeds ingegaan op dit aspect. Deze tekst wordt hier integraal overgenomen, waarbij de kernteksten zijn onderstreept.

“...Een belangrijke vraag is of de in dit onderzoek gevonden extra ammoniakemissies vanuit de droogtunnel in enige mate worden gecompenseerd door een lagere emissie vanuit de stal door het toepassen van dagontmesting. Deze vraag kan vanuit de gekozen proefopzet niet worden beantwoord. Immers; in dit onderzoek is wel de ammoniakemissie bepaald voor de 'theoretische situatie' van een leghennenstal met dagontmesting zonder droogtunnel, echter, er waren geen identieke referentiestallen voor handen met wekelijkse of tweewekelijkse ontmesting om een voldoende zuivere vergelijking te kunnen maken. Wel kan een vergelijking gemaakt worden met de emissiefactoren van de betreffende stalsystemen (zonder dagontmesting). Dan blijkt dat de in dit onderzoek bepaalde ammoniakemissies bij dagontmesting hoger waren dan de emissiefactoren, zowel voor locatie 1 (0,173 versus 0,068 kg/dierplaats per jaar), als voor locatie 2 (0,110 versus 0,090 kg/dierplaats per jaar). Bedacht moet echter worden dat tussen identieke stallen van hetzelfde type aanzienlijke verschillen in emissies kunnen bestaan t.g.v. bijvoorbeeld management of het merk dier, zodat een vergelijking met een gemiddelde emissie, uitgedrukt in een emissiefactor, een onzuivere vergelijking is.

Hoewel het reducerende effect van dagontmesting op de ammoniakemissie niet kan worden aangetoond en gekwantificeerd, blijkt uit de literatuur dat dit effect bestaat. Verschillende studies laten zien dat de ammoniakemissie scherp afneemt direct na het afdraaien van mestbanden, dat de ammoniakemissie daarna weer toeneemt (lineair of exponentieel) door accumulatie van mest op de banden, en/of dat de absolute ammoniakemissie van experimentele stallen afneemt met de frequentie van afmesten. Dergelijke effecten zijn gerapporteerd in stallen met kooihuisvesting (Chepete et al., 2011; Fabbri et al., 2007; Hol and Groenestein, 1995; Liang et al., 2005; Nicholson et al., 2004; Reuvekamp and Van Niekerk, 1997; Uenk et al., 1994; Van Emous et al., 2000), grondhuisvesting (Satter and Gunnink, 1998; Scheer et al., 2002), en volièrehuisvesting (Beurskens et al., 2002; Dekker et al., 2012; Groot Koerkamp and Bleijenbergh, 1998; Groot Koerkamp et al., 1995; Groot Koerkamp and Montsma, 1995; Groot Koerkamp and Reitsma, 1997). Bedacht moet worden dat op grond van studies in kooistallen (zonder strooisel) geen uitspraken kunnen worden gedaan over de reductie van de ammoniakemissie uit stallen met grondhuisvesting of volièrehuisvesting, aangezien in deze laatste typen stallen het grootste deel van de totale ammoniakemissie uit het strooisel afkomstig is (Groot Koerkamp et al., 1995; Satter and Gunnink, 1998). Voor de studies aan stallen met grond- en volièrehuisvesting geldt dat deze studies niet waren opgezet om volgens een geldend meetprotocol op praktijkbedrijven een (relatieve) ammoniakemissie vast te stellen voor een 'stal zonder beluchting en met dagontmesting'. Veelal ging het om metingen aan experimentele stallen, waarbij een effect van frequentie van ontmesten als nevenresultaat wordt gemeld. Naar beste weten van de auteurs is het ammoniakemissie reducerende effect van het frequent verwijderen van bandenmest derhalve niet in het kader van de Regeling ammoniak en veehouderij opgenomen...

In dit rapport worden de genoemde bronnen verder uitgediept in Tabel 2. Per studie wordt aangegeven welke onderzoeksopzet werd gevolgd en welke bevindingen zijn gerapporteerd.

Tabel 1 Samenvatting van studies in leghennenstallen waarin het effect van afmestfrequentie op de ammoniakemissie aan de orde komt (LU; Livestock Unit, ofwel 500 kg levend gewicht)

Type	Land	Onderzoeksopzet	Gerapporteerde resultaten	Bron; eerste auteur en jaar
Kooi	NL	1 Praktijkstal met 5 rijen kooien, mestbandbeluchting (0,35 m ³ /uur per dier; uitgeschakeld). Metingen van apr-okt. Verblijftijd bandenmest in stal: 4–6, 12–24 of 24 uur. Afvoer naar droogtunnel.	Er wordt een lage absolute stalemissie gerapporteerd, maar het relatieve effect van de hoge afdraaifrequentie is niet bepaald	Uenk (1994)
	NL	1 Praktijkstal met 4 dubbele rijen kooien (450 cm ² /hen) in 4 etages met mestbanden, geen beluchting, mech. ventilatie. Emissiemetingen van nov–feb en jun–sep. Afdraaifrequentie: 2x per dag	Er wordt een lage absolute stalemissie gerapporteerd, maar het relatieve effect van de hoge afdraaifrequentie is niet bepaald	Hol (1995)
	NL	1 Proefstal in 8 afdelingen met elk 3 rijen kooien in 3 etages, beluchting (0,7 m ³ /uur per dier) uitgeschakeld, mechanische ventilatie. Emissiemetingen in feb, mrt, apr, mei, sep, jan en feb. Afdraaifrequentie: wekelijks	Par. 3.3: stalemissies (geen mestbandbeluchting) bedroegen op dag 1, 3, 5 en 7 na afdraaien respectievelijk: 12, 19, 34 en 56 g/dierpl. per jaar	Reuvekamp (1997)
	NL	1 Proefstal in 8 afdelingen met elk 3 rijen kooien in 3 etages, mechanische ventilatie. Metingen in jun, aug, okt en dec. Afdraaifrequentie: 2 of 3 keer per week	Onderzocht zijn abs. stalemissies bij het continu, intermitt. of niet beluchten en bij afdraaifrequenties van 2 of 3 keer per week. Het relatieve effect van afdraaifrequentie is niet bepaald	Van Emous (2000)
	UK	1 Proefstal met 3 rijen kooien in 3 etages, geen mestbandbeluchting, mech. ventilatie. Afdraaifrequentie: dagelijks of wekelijks	Gem. stalemissies bedroegen 4 g/uur per LU voor weekontmesting en 1,6 g/uur per LU voor dagontmesting	Nicholson (2004)
	USA	4 Praktijkstallen met kooien en mestbanden; 2 met dagontmesting in Iowa, 2 met tweewekelijkse ontmesting in Pennsylvania. Metingen gedurende een kalenderjaar	Gem. stalemissies bedroegen 1,28 g/uur per LU voor de stallen met tweewekelijkse ontmesting en 0,73 voor de stallen met dagontmesting	Liang (2005)
	IT	1 Praktijkstal met 6 rijen dubbele kooien in 8 etages, mestbandbeluchting (6 uur per dag), mech. ventilatie. Metingen in jun, sep, okt, dec, feb en mrt. Afdraaifrequentie: elke 3–4 dagen	Fig. 7: gemiddeld over alle metingen is circa een verviervoudiging van de dagemissie te zien van dag 1 naar 4	Fabbri (2007)
	USA	Kleine, experimentele ruimte met kooien (435 cm ² /hen) zonder beluchting. Geen banden, de mest werd handmatig verwijderd middels opvangplaten	Toename in dagemissie van 101 naar 605 mg/dag per hen, van dag 1 naar dag 5 na mestverwijdering	Chepete (2011)
Grond	NL	1 Praktijkstal met 1/3 strooiselvloer en 2/3 kunststof roostervloer (verhoogde beun) met mestbanden en beluchtingsbuizen, mech. ventilatie. Metingen zonder beluchten van nov–jan. Afdraaifrequentie: wekelijks	Fig. 4 op p. 16: zaagtandprofiel in stalemissie bij niet beluchten. 'Val' in emissie van dag 7 naar dag 1 (na afdraaien) van ca. 25%	Satter (1998)
	NL	1 Praktijkstal met strooiselvloer en roostervloer (verhoogde beun) uitgerust met een systeem voor wekelijkse verwijdering van zowel strooisel als mest. Mech. ventilatie. Metingen van jul–aug en okt–nov	Fig. 2 op p. 17: zaagtandprofiel in stalemissie. Sterke afname na verwijdering strooisel + mest, i.c.m. met dag/nachtpatronen.	Scheer (2002)
Volière	NL	1 Praktijkstal met 2 stellingrijen, elk 3 leefniveaus, mechanische ventilatie. Afvoer bandenmest naar droogtunnel. Metingen gedurende een jaar. Verblijftijd bandenmest in stal: 13–18 uur	Er wordt een lage absolute stalemissie gerapporteerd, maar het relatieve effect van de hoge afdraaifrequentie is niet bepaald	Groot Koerkamp (1995)
	NL	1 Proefstal met 4 stellingrijen, elk 3 leefniveaus, beluchting, mechanische ventilatie. Metingen van mrt–sep. Afdraaifrequentie: 0,5, 1, 2, 3 of 4 dagen	Tabel 6: modelschatting relatieve toename emissie uit bandenmest op dag 1–4 na afdraaien: 14, 39, 109 en 177%	Groot Koerkamp (1995)
	NL	1 Praktijkstal met 4 stellingrijen, 3 of 4 leefniveaus, geen beluchting, mech. ventilatie. Metingen in feb/mrt, mei/jun, nov/dec, jan–mrt. Afdraaifrequentie: dagelijks of wekelijks	Tabel 6 en Fig. 3: er wordt een exponentiele toename van de emissie gevonden. De gem. stalemissie bij dagelijks resp. wekelijks afdraaien bedroeg 61,9 en 114,5 g/dierpl. per jaar	Groot Koerkamp (1997)
	NL	1 Proefstal met 3 afdelingen met verschillende volièresystemen zonder beluchting. Mech. ventilatie. Metingen van 16 tot 36 wk leeftijd. Afdraaifrequentie: elke 0,5, 1, 2, 4 of 5 dagen	p. 391: de emissie uit bandenmest nam exponentieel toe met de verblijftijd van de bandenmest in de stal	Groot Koerkamp (1998)
	NL	1 Praktijkstal met 2 stellingrijen in portaalopstelling, 5 leefniveaus, mestbandbeluchting (0,4 m ³ /uur per dierpl.), vloerverhouding: 48% strooiselvloer, 52% roostervloer, mechanische ventilatie. Emissie metingen van jul–aug en okt–nov. Afdraaifrequentie: 2 keer per week	Fig.3 en 4 op p. 19: zaagtandprofiel in de stalemissie. Sterke afname na afdraaien i.c.m. met dag/nachtpatronen. Daggem. stalemissies op droogdagen 1, 2 en 3 bedroegen 62, 83 en 120 g/uur	Beurskens (2002)
NL	3 Biologische praktijkstallen met mestbandbeluchting, uitloop en lage bezettingsgraad. Twee stallen met mechanische ventilatie, één stal met nat. ventilatie. Afdraaifrequentie: elke 3–7 d.	p. 131: Modelschatting relatieve toename in stalemissie na afdraaien van de mestbanden bedroeg 5,5% per 24 uur	Dekker (2011)	

Kooistallen

Op basis van de studie van Reuvekamp en Van Niekerk (1997) kan de gemiddelde emissie bij weekontmesting geschat worden op $([12+19+34+56]/4=)$ 30 g/dierplaats per jaar. Door het toepassen van dagontmesting zou dit gereduceerd kunnen worden tot 12 g/dierplaats per jaar. Dit is een reductie van 60%.

In de studie van Chepete et al. (2011) bedroegen de emissies op dag 1, 2, 3, 4 en 5 na afdraaien gemiddeld respectievelijk 101, 259, 396, 485 en 605 mg/dag per hen. Op dezelfde wijze als hiervoor kan de gemiddelde emissie bij tweewekelijks ontmeten worden geschat op $([101+259+396+(0,5 \times 485)]/3,5=)$ 285 mg/dag per hen. Door het toepassen van dagontmesting zou dit kunnen worden gereduceerd tot 101 mg/dag per hen, wat in deze studie een reductie zou betekenen van 65%.

In de studie van Fabbri et al. (2007) wordt in figuur 7 een jaargemiddelde trend getoond (ammoniakemissie op de y-as, uren na afdraaien op de x-as) waarin de ammoniakemissie uit een kooistal gedurende de accumulatie van mest op de banden oploopt; op dag 4 bedraagt de emissie circa het vijfvoudige van de emissie van dag 1. Volgens dezelfde rekensystematiek als hiervoor zou de reductie van het dagelijks t.o.v. tweewekelijks afdraaien in deze studie circa 66% bedragen.

In de studie van Liang et al. (2005) bedroegen de gemiddelde emissie van twee stallen met dagontmesting 0,73 g/uur per LU en die van twee stallen met weekontmesting 1,28 g/uur per LU, hetgeen voor dagontmesting t.o.v. weekontmesting een reductie zou betekenen van ruim 40%.

In kooistallen kunnen dergelijke hoge relatieve reducties behaald worden omdat de emissie voornamelijk afkomstig is van de mest op de banden; met het afdraaien van de banden wordt de bron van ammoniak voor een belangrijk deel verwijderd, omdat verder geen strooiselmest aanwezig is. Bedacht moet echter worden dat deze grote relatieve reductie van toepassing is op een lage absolute ammoniakemissie. De absolute emissiewinst is daardoor beperkt. Verder moet bedacht worden dat de studies in verschillende landen zijn uitgevoerd. Ook is soms enige mestbandbeluchting toegepast (bijv. Fabbri et al., 2007). De in deze alinea verrichte schattingen hebben daardoor slechts een indicatief karakter.

Grond- en volièrehuisvesting

Bij grond- en volièrehuisvesting is een strooiselvloer aanwezig welke de belangrijkste bijdrage levert aan de totale stalemissie (de emissie van strooiselmest + bandenmest samen). In een studie van Satter en Gunnink (1998) droeg de strooiselmest voor circa 75 tot 85% bij aan de totale stalemissie. De bijdragen van strooiselmest en bandenmest aan de totale stalemissie variëren vermoedelijk (zowel tussen stallen als in de tijd binnen een stal) t.g.v. bijvoorbeeld verschillen in strooisellaagdikte, drogestofgehalte, strooiseltemperatuur, bezettingsgraad (hennen/m²), de oppervlakteverhouding tussen strooiselvloer en banden, enzovoort.

In een studie van Beurskens et al. (2002) worden in figuren 3 en 4 karakteristieke trends in ammoniakemissie getoond. Er treedt een scherpe daling in emissie op direct na afdraaien van de mestbanden, gevolgd door een toename van het emissieniveau in de dagen daarna. In deze toename zijn tevens dagnachtpatronen te zien door respectievelijk hoge en lage ventilatiedebieten. De stalemissies op dag 1, 2 en 3 na afdraaien van de banden bedroegen gemiddeld respectievelijk 62, 83 en 120 g/uur. Op dezelfde wijze als voor de kooistallen hierboven kan worden geschat dat de gemiddelde emissie bij tweewekelijks ontmeten $([62+83+120]/3=)$ 88 g/uur is. Door het toepassen van dagontmesting zou de emissie kunnen worden gereduceerd tot 62 g/uur, wat in deze studie een reductie zou betekenen van 30%.

In een studie van Groot Koerkamp en Reitsma (1997) wordt in figuur 3 een exponentiële relatie gerapporteerd tussen de relatieve emissie en de tijdsduur na afdraaien van de mestbanden (emissie dag 1: 100%, met voor dag 2–6 en verder: $y=90,2+4,14 \times 1,84^{[dag \text{ na afdraaien}]}$). Gebruik makend van deze relatie bedraagt de gemiddelde relatieve emissie voor weekontmesting 148%. Met dagontmesting zou daarmee een reductie kunnen worden bereikt van $([48/148] \times 100=)$ 32%. Op grond van de gerapporteerde gemiddelde emissies in deze studie (114,5 g/dierplaats per jaar voor weekontmesting en 61,9 g/dierplaats per jaar voor dagontmesting) kan een reductie van 46% worden geschat.

In een studie van Dekker et al. (2011) in drie biologische leghennenstallen bedroeg de modelschatting van de toename in stalemissie 5,5% per 24 uur na het afdraaien van de mestbanden. Dit betekent dat de stalemissie gedurende de week exponentieel toenam van een niveau 1,00 direct na afdraaien tot een niveau van 1,055 na dag 1, een niveau 1,45 na dag 7, en gemiddeld over de week 1,21 bedroeg. Dit zou een reductie van dagontmesting t.o.v. weekontmesting betekenen van circa 15%. Bedacht moet echter worden dat deze biologische stallen niet geheel representatief zijn voor gangbare stallen (lagere bezetting, uitloop, natuurlijke ventilatie, etcetera).

Conclusies en aanbevelingen

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

- aangetoond is dat het verkorten van de verblijftijd van bandenmest in de stal de ammoniakemissie verlaagt;
- in stallen met kooihuisvesting ligt de relatieve reductie van het dagelijks t.o.v. wekelijks ontmesten van de stal vermoedelijk in de orde van grootte van 40 tot 65% (gemiddelde van de schattingen: 55%). Het gaat hier nadrukkelijk om een schatting met een indicatief karakter;
- in stallen met grond- of volièrehuisvesting met strooiselvloeren ligt de relatieve reductie van het dagelijks t.o.v. wekelijks ontmesten van de stal vermoedelijk in de orde van grootte van 15 tot 45% (gemiddelde van de schattingen: 28%). Het gaat hier eveneens om een schatting met een indicatief karakter;
- de relatieve reductie is naar weten van de auteurs niet gekwantificeerd volgens een geldend meetprotocol in voor de Nederlandse situatie representatieve en modern uitgeruste stallen.
- wanneer behoefte bestaat aan het opnemen van stalsystemen met dagontmesting in regelgeving wordt aanbevolen om de relatieve reductie in stalemissie van dagontmesting t.o.v. tweewekelijks en wekelijks afdraaien van mestbanden vast te stellen volgens een geldend meetprotocol in voor de Nederlandse situatie representatieve en modern uitgeruste stallen voor grond- en volièrehuisvesting. De verkregen relatieve reducties kunnen dan worden toegepast op de absolute emissies van stalsystemen met tweewekelijkse of wekelijkse ontmesting.

2.2 Vaststelling emissies: leghennenstal met dagontmesting en mestdroogsysteem

In vraagstukken 2a en 2b gaat het om respectievelijk de emissie van ammoniak en geur uit een droogtunnel waarin mest snel wordt gedroogd welke niet is voorgedroogd en die binnen 24 uur naar de droogtunnel is gebracht.

Ten behoeve van deze twee vraagstukken is het onderzoek beschreven in rapport 731 (Winkel et al., 2014b) opgezet. In de inleiding van deze rapportage is genoemd dat het project als doel heeft om het perspectief van dagontmesting te bepalen (voor wat betreft emissies uit de droogtunnel) en dat – wanneer de oplossingsrichting perspectiefvol blijkt – emissiecijfers t.a.v. regelgeving en vergunningverlening kunnen worden vastgesteld. Daarom is in de onderzoeksopzet de keuze gemaakt om voor wat betreft meetmethode en meetstrategie zoveel mogelijk aan te sluiten bij de emissiemeetprotocollen, d.w.z.:

- de oplossingsrichting is toegepast op twee leghennenbedrijven, waarvan één bedrijf was uitgerust met een platendroger volgens Rav E 6.4.2 en één bedrijf met een bandendroger volgens Rav E 6.4.1;
- er zijn per bedrijf 5 succesvolle metingen gerapporteerd, gespreid over het kalenderjaar en de legperiode van de dieren;
- de metingen zijn uitgevoerd met de voorgeschreven meetmethoden voor de diverse componenten.

Op grond van rapport 731 zou daarom de emissie kunnen worden vastgesteld voor een droogtunnel waarbij dagontmesting in de stal wordt toegepast; dit geldt voor zowel ammoniak als geur. De gerapporteerde gemiddelde emissie uit de droogtunnels:

- bedroeg voor ammoniak **34** g/dierplaats per jaar (gecorrigeerd voor 4% leegstand);
- bedroeg voor geur **0,30** OU_E/dierplaats per seconde.

Deze gemiddelden zijn echter berekend over twee locaties met verschillende droogtunnels (zie boven). De vraag hierbij is of de meetstrategie qua aantal stallocaties voldoende aansluit op het meetprotocol. Opgevat als een nageschakelde techniek zou men, zoals het geval is voor luchtwassers, voor droogtunnels kunnen volstaan met twee meetlocaties. Echter, zowel in rapport 730 als 731 geeft de platendroger volgens Rav E 6.4.2 telkens een lagere emissie dan de bandendroger volgens Rav E 6.4.1. Samen met de grote variabiliteit in emissies tussen bedrijven is daarom vanuit wetenschappelijk oogpunt een aanpak met vier meetlocaties gewenst: twee bedrijven per droogtunnel type (Rav E 6.4.1 en E 6.4.2).

Eventuele emissies van ammoniak of geur voor de combinatie van een stal + een droogtunnel kunnen worden vastgesteld door bestaande emissiefactoren van huisvestingssystemen te vermeerderen met (bovenstaande) gemiddelde emissies van de droogtunnel. Aansluitend op de voorgaande paragraaf moet daarbij bedacht worden dat – wanneer de bestaande emissiefactoren voor huisvestingssystemen accuraat zijn en bepaald zijn bij wekelijks of tweewekelijks mest afdraaien – de emissiecomponent vanuit de stal waarschijnlijk wordt overschat, omdat het reducerende effect van dagontmesting niet in de emissiefactor van het bestaande huisvestingssysteem is meegenomen. Bij het eventueel vaststellen van een emissiefactor voor de combinatie van een stal + een droogtunnel op basis van de metingen uit rapport 731 moet bedacht worden dat hierin slechts twee huisvestingssystemen zijn bemeaten (Rav E 2.12.1 en Rav E 2.11.1) en dat per huisvestingssysteem slechts één stal in het onderzoek was betrokken.

Conclusies en aanbevelingen

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

- in rapport 731 zijn de ammoniak- en geuremissies bepaald van twee droogtunnels waarin mest snel wordt gedroogd welke niet is voorgedroogd en die binnen 24 uur naar de droogtunnel is gebracht, volgens geldende meetprotocollen. De gemiddelde emissies over deze twee meetlocaties bedroegen 34 g/dierplaats per jaar voor ammoniak (gecorrigeerd voor 4% leegstand) en 0,30 OU_E/dierplaats per seconde voor geur;
- in rapporten 730 en 731 geeft de platendroger volgens Rav E 6.4.2 echter consequent een lagere ammoniakemissie dan de bandendroger volgens Rav E 6.4.1. Deze constatering, tezamen met de aanwezigheid van grote variabiliteit tussen bedrijven, geven aanleiding tot het uitbreiden van de meetserie (voor alleen de component ammoniak en eventueel geur) tot twee bedrijven per type droogsysteem.

2.3 Vaststelling emissies: leghennenstal met mestbandbeluchting en mestdroogsysteem

In vraagstukken 3a, 3b en 4 gaat het om respectievelijk de emissie van ammoniak en geur uit een droogtunnel waarin mest wordt gedroogd die is voorgedroogd, en om de haalbaarheid van deze wijze van mestdroging in de praktijk.

De emissies van stal en droogtunnel zijn als twee verschillende emissiefactoren opgenomen in de Rav, terwijl voor geur alleen emissiefactoren voor de diverse stalsystemen zijn opgenomen in de Regeling geur en veehouderij (de droogtunnels hebben geen geuremissiefactor).

Ad 1: geur (vraagstuk 3b)

Ten aanzien van geur zijn de bestaande meetgegevens samengevat in Tabel 1. Uit deze tabel blijkt dat van de vier recent bemeaten droogtunnels (bedrijven 2 t/m 5; Tabel 1) slechts één was nageschakeld aan een bedrijf met gedeeltelijke voordroging (in stal 1 met 76.800 hennen; geen voordroging in stal 2 met 49.600 hennen). Bij alle vier bemeaten stallen vond emissie van geur plaats uit de droogmest (0,10–0,30 OU_E/dierplaats per s), zodat in de uitgaande luchtstroom een hogere concentratie van geur werd gevonden (toename: ca. 40–90%) dan in de ingaande luchtstroom.

Dit beeld komt overeen met de beschikbare literatuur uit de jaren negentig (Tabel 1; bedrijven 6, 7 en 8). Demmers et al. (1992) vond toenames van de geuremissie over een droogtunnel met dichte banden tussen ca. 31 en 140%. Tijdens deze metingen was de voordroging echter niet in werking. In een tweede onderzoek aan dezelfde droogtunnel was de voordroging (0,35 m³/uur per dier) wel in werking (Uenk et al., 1994). Ondanks deze voordroging werden eveneens toenames van de geuremissie over de droogtunnel gevonden tussen ca. 48 en 377%. Ook voor de droogzolder werd in het verleden een toename van de geuremissie gevonden van gemiddeld 103% (Kroodasma et al., 1996).

Conclusies en aanbevelingen t.a.v. geur

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

- in alle voorhanden zijnde studies naar geuremissies van droogtunnels wordt een toename van de geuremissie over de droogtunnel gerapporteerd;
- er is geen onderzoek voorhanden waarin de geuremissie is bepaald bij 2 tot 4 stallen met voordroging en een bandendroger/platendroger conform het meetprotocol. Wanneer wordt aangenomen dat het aanwezig zijn van voordroging geen wezenlijk effect heeft op de geuremissie uit de droogtunnel, dan kunnen de meetseries samengevat in Tabel 2 worden gebruikt om een geuremissie voor droogtunnels af te leiden, omdat: 1) er sprake is van vier stallen, 2) de stallen zijn bemeaten volgens het voorlaatste meetprotocol en conform de huidige geurnorm EN 13725, en 3) de emissiecijfers een consistente range laten zien. Een dergelijke geuremissie kan worden bepaald als het gemiddelde van de vier geuremissies van bedrijven 2 t/m 5 in Tabel 2; dit gemiddelde bedraagt 0,20 OU_E/dierplaats per s.

Ad 2: ammoniak (vraagstuk 3a)

Ten aanzien van ammoniak zijn de bestaande meetgegevens samengevat in Tabel 2. Demmers et al. 1992 beschrijven dat aanvankelijk hoge ammoniakemissies (0,0182 kg/dierplaats per jaar) werden gevonden waarop diverse aanpassingen zijn gepleegd, waaronder het verkorten van de verblijftijd van de mest in de stal en het vergroten van het droogdebiet. Na aanpassingen werden zowel gunstige als ongunstige effecten gevonden. In de uiteindelijke dimensionering van de droogtunnel bedroegen de emissies nog slechts 0,007 tot 0,021 kg/dierplaats per jaar. Uit de diverse rapporten blijkt dat het droogproces multifactorieel wordt beïnvloed, waarbij mogelijke effecten bestaan van het voordroogdebiet, het aantal uren voordrogen per dag, de verblijftijd van de mest in de stal, de temperatuur van de voordrooglucht, de mestlaagdikte in de droogtunnel, het droogdebiet, en van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht.

Tabel 2 Voorhanden zijnde meetcijfers (per bedrijfslocatie) voor geur en ammoniak voor droogtunnels (emissiecijfers van alléén de droogtunnel).

Droogtunnel type	Bedr.	Stal en voordroging	Droogtunnel-debiet [m ³ uur ⁻¹ dier ⁻¹]	Geuremissie droogtunnel [OU _E dpl ⁻¹ s ⁻¹]	NH ₃ emissie droogtunnel [kg dpl ⁻¹ jr ⁻¹]	Bron; eerste auteur en jaar
Bandendroger (Rav E 6.4.1)	1	Volièrestal, <u>voordroging 0,82 m³/uur per dier, 17 uur/dag</u> , verblijftijd stal gem. 42 uur	0,14	- ^a	0,002	Huis in't Veld (1999)
	2	2 Kooistallen, <u>1 met voordr. (0,7 m³/uur per dier)</u> , verblijftijd stal gem. 60 uur	0,9–2,3	0,14 (+41%)	0,258 (+258%)	Winkel (2011)
	3	2 Volièrestallen, <u>geen voordroging</u> , verblijftijd stal gem. 12 uur	1,6–2,5	0,30 (+65%)	0,045 (+103%)	Winkel (2014b)
Platendroger (Rav E 6.4.2)	4	Volièrestal, <u>geen voordroging</u> , verblijftijd stal gem. 40 uur	0,9–2,1	0,10 (+36%)	0,195 (+464%)	Winkel (2011)
	5	Stal met grondhuisvesting, <u>geen voordroging</u> , verblijftijd stal gem. 12 uur	1,1–1,5	0,27 (+87%)	0,024 (+76%)	Winkel (2014b)
Dichte banden (Rav E 6.2)	6	Kooistal, <u>voordroging uit</u> , verblijftijd stal gem. 12 uur	0,9–1,8	- ^b (+93%)	0,007-0,182	Demmers (1992)
	7	Kooistal, <u>voordroging 0,35 m³/uur per dier</u> , verblijftijd stal variërend (4 tot 24 uur)	0,9–1,8	- ^c (+230%)	0,002-0,050	Uenk (1994)
Droogzolder (Rav E 6.1)	8	Bedrijf met 2 stallen, <u>voordroging met verwarmde lucht</u> , verblijftijd stal gem. 54 uur	1,3	- ^d (+103%)	0,016	Kroodsma (1996)

^a Geen geurmetingen uitgevoerd.

^b Geurmetingen volgens verouderde standaard (NVN luchtkwaliteit 2820; 1991), relatieve toename in geuremissies berekend uit de data in tabel 5 in Demmers et al (1992).

^c Geurmetingen volgens verouderde standaard (NVN luchtkwaliteit 2820; 1991), relatieve toename in geuremissies berekend uit de data in tabel 3 in Uenk et al. (1994).

^d Geurmetingen volgens verouderde standaard (NVN luchtkwaliteit 2820; 1994), relatieve toename in geuremissies berekend uit de data in paragraaf 3.1.4 in Kroodsma et al. (1996)

In Tabel 3 worden de resultaten van indicatieve emissieberekeningen weergegeven op basis van de gegevens verzameld in rapport 730 van het project 'monitoring ammoniakvorming droogtunnels' (Winkel et al., 2014a). In dit project zijn in totaal 44 kortdurende ammoniakmetingen uitgevoerd op 9 pluimveebedrijven met voordroging in de stal en een nageschakelde droogtunnel. De metingen werden verspreid over het kalenderjaar uitgevoerd, waarbij elk bedrijf ca. 5 keer werd bezocht. Elke meting bestond uit het ca. drie- tot vijfmaal bepalen van de ammoniakconcentratie in de ingaande en uitgaande lucht van de droogtunnel gedurende een periode van twee uren. Hierbij is de eenvoudige methode gebruikt van de gasdetectiebuis en zijn geen debieten gemeten. Deze keuze in het onderzoeksontwerp vloeide voort uit de doelstelling van het project, namelijk het inschatten van het relatieve (i.p.v. absolute) effect van het drogestofgehalte van de mest op de vorming (i.p.v. emissie) van ammoniak in droogtunnels.

Tabel 3 Indicatieve berekening van de ammoniakemissies uit de droogtunnels op 9 pluimveebedrijven uit het onderzoek 'monitoring ammoniakvorming droogtunnels' (Winkel et al., 2014a)

Deel a – Algemene bedrijfskenmerken en uitgangspunten

Bedrijf	Type huisvesting en droogstelsysteem	Droog-systeem (Rav code)	Dierpl.	Gem. # aanwezige dieren *)	Voordroog-capaciteit [m ³ h ⁻¹ dier ⁻¹]	Beluchtungs-Duur [uur/dag]	Gem. verblijftijd mest in stal [uren]	Gem. ds% aanv. mest [%]
A1	Kolonie	Droogzolder	187200	177559	0.65	24	42	41
B1	Kolonie	Bandendr.	47000	44580	0.70	24	36	38
B2	Verrijkte kooi	Bandendr.	65300	61937	0.53	24	24	43
B3	Volière	Bandendr.	93600	89014	0.70	24	12	48
B4	Kolonie/volière	Bandendr.	172500	163832	0.70	24	12	42
B5	Volière	Bandendr.	20000	19020	0.55	4	12	38
C1	Kooi	Platendr.	100000	94850	0.35	24	33	38
C2	Volière	Platendr.	78000	74178	0.40	24	84	39
C3	Volière	Platendr.	64240	61092	0.70	24	24	36

Deel b – Berekening van emissies

Bedrijf	NH ₃ ingaand Gem. ± SD [mg/m ³]	NH ₃ uitgaand Gem. ± SD [mg/m ³]	Geïnst. (maximale) ventilatie droogtunnel [m ³ h ⁻¹ dier ⁻¹]	Geschatte extra ammoniakemissie uit de droogtunnel [kg dierpl ⁻¹ jr ⁻¹ ; gecorrigeerd voor 4% leegstand] bij zes niveaus voor het gemiddelde ventilatie-debiet door de droogtunnel [m ³ h ⁻¹ dier ⁻¹]					
				Geïnst.	1	1,5	2	2,5	3
A1	0,9 ± 0,2	28,6 ± 11,6	0,94	0,208	0,221	0,331	0,442	0,552	0,663
B1	2,4 ± 0,8	20,3 ± 5,4	2,55	0,365	0,143	0,215	0,286	0,358	0,429
B2	1,3 ± 0,6	5,5 ± 2,1	3,68	0,120	0,033	0,049	0,066	0,082	0,098
B3	7,9 ± 5,5	9,1 ± 5,6	2,67	0,024	0,009	0,014	0,018	0,023	0,027
B4	3,5 ± 1,8	7,4 ± 2,9	1,84	0,058	0,031	0,047	0,063	0,078	0,094
B5	7,9 ± 6,8	17 ± 5,8	5,50	0,397	0,072	0,108	0,145	0,181	0,217
C1	1,1 ± 0,3	3,3 ± 1,7	2,50	0,045	0,018	0,027	0,036	0,045	0,054
C2	3,6 ± 0,8	4,9 ± 1,7	2,46	0,026	0,011	0,016	0,021	0,027	0,032
C3	3,4 ± 1,1	5,9 ± 2,3	3,15	0,063	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060

*) Het gem. aantal aanwezige dieren is bepaald uit het aantal dierplaatsen (opgegeven door de pluimveehouder) en de gemiddelde cumulatieve uitval voor kooi- of scharrelkippen gedeeld door twee (Bron: KWIN 2013-2014). De berekende emissies zijn vermenigvuldigd met de factor [# dieren / # dierplaatsen] om deze uit te drukken per dierplaats.

Toch kan op basis van de verzamelde gegevens een globale indruk worden verkregen van de jaarlijkse emissieniveaus door een aantal zaken te veronderstellen of aan te nemen:

- de gemeten toename van de ammoniakconcentratie over de droogtunnel (overdag, gedurende ca. twee uren) is representatief voor de gemiddelde toename over een 24-uurs periode. De juistheid van deze veronderstelling is niet bekend;
- de gebruikte eenvoudige meetmethode (gasdetectiebuis) geeft dezelfde ammoniakconcentraties als de voorgeschreven natchemische methode. Uit een vergelijking van concentraties gemeten met gasdetectie en natchemische methode bij een groot aantal stallen in recente jaren blijkt dat de methoden ongeveer dezelfde concentraties opleveren (in een x-Y plot concentreren de waarnemingen zich rond Y=x), maar dat de spreiding (toevalsfout) voor de gasdetectie vrij groot is (R²≈0,75; ongepubliceerde data, WUR Livestock Research);
- er moet een aanname worden gedaan t.a.v. de gemiddelde uitval voor het berekenen van de emissies per dierplaats, zie de voetnoot onder Tabel 3;
- er moet een jaargemiddeld droogdebiet worden aangenomen waarvoor de gemiddelde emissie op jaarbasis wordt berekend (zie Tabel 3, deel b). De werkelijke debieten ten tijde van de metingen zijn niet bepaald, wel zijn de maximale debieten bekend op grond van het maximaal geïnstalleerde debiet (Tabel 3b). Aangenomen zou kunnen worden dat het gemiddelde droogdebiet op pluimveebedrijven over het kalenderjaar op 2,0 m³/uur per dier ligt.

Uit bovenstaande toelichtingen moet geconcludeerd worden dat de berekende emissies in Tabel 2 slechts een indicatief karakter hebben en niet als basis kunnen dienen voor het direct vaststellen van een emissiefactor. Wanneer met deze nuance naar Tabel 3 wordt gekeken, valt op dat bij een

aangenomen gemiddeld droogdebiet van 2,0 m³/uur per dier, 4 van de 9 droogtunnels onder de 0,050 kg ammoniak per dierplaats per jaar zouden kunnen blijven, terwijl drie bedrijven hoge emissies tussen 0,145 en 0,442 kg/dierplaats laten zien.

Opgemerkt moet worden dat de stalbeschrijvingen voor huisvestingssystemen met mestbanden en voordroging – d.w.z. de verrijkte kooien (Rav E 2.5.5), koloniehuisvesting (Rav E 2.5.6), en volièrehuisvesting (Rav E 2.11.2 t/m E 2.11.4) – voorschrijven dat bij het gebruik van een nageschakeld mestdroogstelsel één- of tweemaal per week mest wordt afgedraaid. Dit betekent dat de gemiddelde verblijftijd van de mest op de banden in de stal respectievelijk (7 dagen × 24 uur / 2 =) 84 of (3,5 dagen × 24 uur / 2 =) 42 uur zou moeten bedragen. Uit Tabel 2a blijkt dat slechts twee bedrijven aan deze normstelling voldoen, zodat op de onderzochte bedrijven de aanwezige voordroging niet lang genoeg kan inwerken op de aanwezige mest. Bij bedrijven B3, B4 en B5 wordt aan dagontmesting gedaan met een gemiddelde verblijftijd in de stal van 12 uren. Daarbij is op bedrijf B5 de voordroging slechts 4 uren per dag in werking.

Conclusies en aanbevelingen t.a.v. ammoniak

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

- wanneer niet wordt voorgedroogd en de mest enkele dagen in de stal verblijft alvorens het nadroogproces wordt gestart worden ammoniakemissies uit een droogtunnel gevonden tot enkele honderden grammen per dierplaats per jaar (Demmers et al., 1992; Winkel et al., 2011). Wanneer de mest in de stal wordt voorgedroogd met een voldoende debiet, gedurende een voldoende aantal uren per dag en gedurende een voldoende lange verblijftijd, kan de ammoniakemissie uit een droogtunnel worden beperkt tot enkele tientallen grammen per dierplaats per jaar;
- op grond van de metingen in rapport 730 van het project 'monitoring ammoniakvorming droogtunnels' (Winkel et al., 2014a) kan de emissie niet worden vastgesteld; de in dit rapport berekende emissies hebben slechts een indicatief karakter.

Ad 3: haalbaarheid van 'dubbel drogen' in de praktijk (vraagstuk 4)

De reden dat pluimveehouders zowel in de stal als in een droogtunnel de mest drogen is dat dit wordt geëist. In de beschrijvingen van de droogtunnels staat dat de ingaande mest een drogestofgehalte moet hebben van 45% (de 'oude' beschrijvingen zonder reductie van fijnstof) of 55% (de 'nieuwe' beschrijvingen, met reductie van fijnstof). Omdat het voordrogen in de stal veel energie kost (drukventilatoren van 10 tot 15 kW) en de economische situatie op veel bedrijven te wensen overlaat, is er de wens om de voordroging in de stal uit te schakelen. Daarbij speelt ook een belangrijke rol dat met behulp van de droogtunnel de mest immers wel op het gewenste drogestofgehalte van >80% kan worden gebracht. En dit zonder veel extra energie door gebruik te maken van de stallucht.

Het bereiken van een drogestofgehalte van 45 of 55% is vooral bij stallen met een (overdekte) uitloop niet altijd eenvoudig. Door de grote(re) invloed van het buitenklimaat op het klimaat in de stal lukt het vaak niet om de 45 of 55% te realiseren. Vooral niet in perioden wanneer de buitenlucht vochtig is.

Naar aanleiding van een vraag vanuit de praktijk is in juli 2011 in opdracht van het Ministerie van EZ en het Ministerie van I&M een notitie opgesteld waarin wordt aangegeven wat het effect zou kunnen zijn op de ammoniakemissie uit de droogtunnel als de mest niet meer wordt voorgedroogd in de stal (Ellen et al.; Notitie effect verblijftijd natte mest in de stal op emissie NH₃ uit droogtunnel bij leghennen). Naar aanleiding van deze notitie zijn de beschrijvingen van de droogtunnels van E 6.4.1 en E 6.4.2 aangepast met de mogelijkheid om de mest niet meer voor te drogen, maar de mest binnen 24 uur uit de stal in de droogtunnel te brengen. De conclusie uit deze notitie is dat de ammoniakemissie uit de droogtunnel in die situatie niet hoger zal zijn dan wanneer de mest met een drogestofgehalte van minimaal 55% in de droogtunnel wordt gebracht.

In principe kan een pluimveehouder er dus voor kiezen om de voordroging in de stal uit te schakelen, alleen voldoet hij dan niet aan de beschrijvingen die horen bij de geldende omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning zal dan moeten worden aangepast. Dit geldt zowel voor de droogtunnel als de stal, omdat in de beschrijvingen van de stal voor de meeste systemen een bepaalde hoeveelheid beluchting wordt geëist. Door niet meer te beluchten zou de stal kunnen vallen onder de beschrijving van E 2.11.1 (voor opfokhennen E 1.8.1), maar dan zal ook het aandeel roostervloer daarmee in overeenstemming moeten zijn. Gevolg van deze wijziging van beschrijving is dat de emissiefactor voor de stal toeneemt naar 0,090 kg NH₃/dierplaats per jaar. Een wijziging van de omgevingsvergunning waarin stal en droogtunnel worden meegenomen zal in veel gevallen niet

eenvoudig zijn vanwege deze toename van de emissie. Dan zal de voordroging in de stal in gebruik moeten blijven.

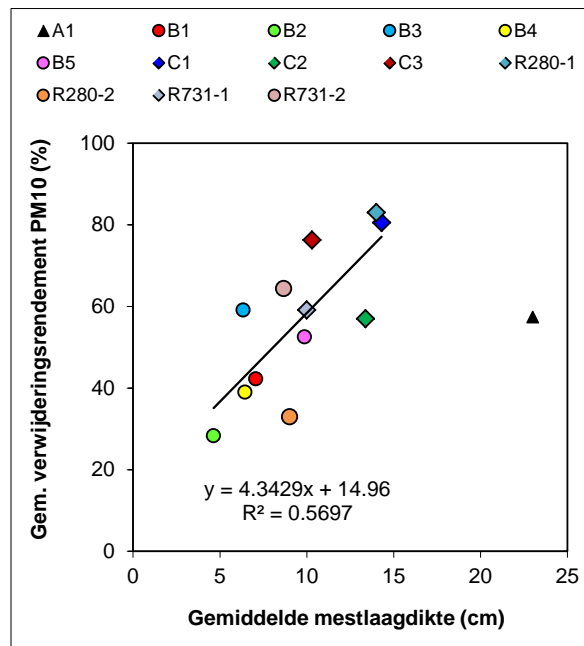
Conclusies en aanbevelingen t.a.v. de haalbaarheid van 'dubbel drogen'

- 'Dubbel drogen' is technisch mogelijk en het wordt in de praktijk ook toegepast. De praktijk heeft twee problemen hiermee: het is lastig om 55% drogestof m.b.v. voordroging te halen en het vraagt veel energie die eenvoudig bespaard kan worden door het gehele droogproces in de droogtunnel te laten plaatsvinden; de droogtunnel is namelijk op zichzelf al in staat om het gewenste eind drogestofgehalte van >80% te halen.

2.4 Herziening van PM10 emissiereducties voor droogtunnels

In vraagstuk 5 gaat het om het eventueel actualiseren van de emissiereductie voor fijnstof (PM10) voor droogtunnels (bepaald op basis van rapport 280) op grond van de data uit rapporten 730 en 731.

De huidige emissiereducties voor PM10 op stalniveau (30% voor de bandendroger en 55% voor de platendroger en droogzolder) zijn ingeschat volgens de methodiek beschreven in bijlage 9 van rapport 280 (Winkel et al., 2011). In deze methodiek is uitgegaan van verschillende verwijderingsrendementen voor de bandendroger (aanname: 40%) en de platendroger (aanname: 80%). Dit verschil is gehanteerd omdat de mestlaag in de platendroger dikker is. Aangenomen is dat hiermee een grotere stofverwijdering over de mestlaag wordt gerealiseerd. Uit Figuur 1 blijkt dat deze aanname juist is en dat de destijds aangenomen verwijderingsrendementen goed overeenkomen met latere verwijderingsrendementen voor deze typen droogtunnels in rapporten 730 en 731. Verder zijn de PM10 emissiereducties op stalniveau ingeschat op basis van een aangenomen maximaal droogdebiet van 2 m³/uur per dier. Op grond van deze maximaal geïnstalleerde ventilatiecapaciteit door de droogtunnel en de relatie tussen buitentemperatuur en ventilatiebehoefte is de werkelijke jaargemiddelde ventilatie door de droogtunnel berekend op 1,96 m³/uur per dier. Op basis van dit debiet en de genoemde verwijderingsrendementen zijn in bijlage 9 van rapport 280 de emissies op stalniveau ingeschat. Op grond van de gegevens verkregen in rapporten 730 en 731 lijkt deze uitgevoerde inschatting nog steeds valide.



Figuur 1 Analyse van het gemiddelde PM10 verwijderingsrendement van platendrogers (ruiten) en bandendrogers (cirkels) als functie van de gemiddelde mestlaagdikte van de betreffende droogtunnel, op basis van alle bedrijven uit rapporten 280 (Winkel et al., 2011), 730 (Winkel et al., 2014a) en 731 (Winkel et al., 2014b).

Conclusies en aanbevelingen

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

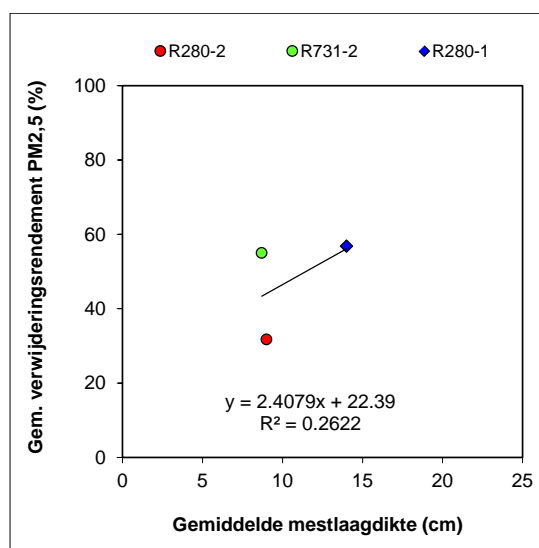
- De in bijlage 9 van rapport 280 ingeschatte jaargemiddelde reducties van PM10 op stalniveau voor de bandendroger en platendroger lijken op grond van de nieuwe data uit rapporten 730 en 731 valide. Deze reducties hebben alleen betrekking op Rav categorieën E 6.1 ('de droogzolder'), E 6.4.1 ('droogtunnel met geperforeerde banden') en E 6.4.2 ('droogtunnel met geperforeerde platen') omdat bij deze systemen de lucht door de mest wordt geblazen zodat stoffiltering kan optreden en dus niet op Rav categorie E 6.2 ('droogtunnel met oppervlaktedroging').

2.5 Bepalen van PM_{2,5} emissiereducties voor mestdroogsystemen

In vraagstuk 6 gaat het om de mogelijkheden voor het bepalen van een emissiereductie voor PM_{2,5} voor droogtunnels op basis van de thans beschikbare gegevens.

In rapporten 280 (Winkel et al., 2011) en 731 (Winkel et al., 2014b) is van in totaal drie droogtunnels het verwijderingsrendement voor PM_{2,5} bepaald. Hierbij is gemeten conform het meetprotocol voor fijnstof. De platendroger behaalde een gemiddeld verwijderingsrendement van 57%, de twee bandendrogers een gemiddeld verwijderingsrendement van 32% en 55%. Het gemiddelde verwijderingsrendement over deze waarnemingen bedraagt 48%.

In Figuur 2 is de relatie tussen de mestlaagdikte en het verwijderingsrendement voor PM_{2,5} zichtbaar gemaakt. Uit deze analyse blijkt dat er nog onvoldoende waarnemingen beschikbaar zijn om een relatie vast te stellen. Door het ontbreken van deze relatie is het niet mogelijk een onderscheid aan te brengen tussen het verwijderingsrendement voor bandendrogers en platendrogers.



Figuur 2 Analyse van het gemiddelde PM_{2,5} verwijderingsrendement van platendrogers (ruiten) en bandendrogers (cirkels) als functie van de gemiddelde mestlaagdikte van de betreffende droogtunnel, op basis van alle bedrijven uit rapporten 280 (Winkel et al., 2011), 730 (Winkel et al., 2014a) en 731 (Winkel et al., 2014b).

Conclusies en aanbevelingen

Op grond van de uitwerkingen in deze paragraaf kan het volgende worden gesteld:

- Op grond van rapporten 280 en 731 is het mogelijk om een emissiereductie voor PM_{2,5} op stalniveau te bepalen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de systematiek zoals beschreven in bijlage 9 van rapport 280, waarbij een gemiddeld verwijderingsrendement kan worden aangenomen van 48%, alsook een maximaal geïnstalleerd droogdebiet van 2 m³/uur per dierplaats (conform de werkwijze voor PM₁₀). Er is op dit moment onvoldoende data t.a.v. PM_{2,5} reducties om een eventueel onderscheid aan te brengen tussen het verwijderingsrendement voor bandendrogers (E 6.4.1) enerzijds en droogzolders (E 6.1) / platendrogers (E 6.4.2) anderzijds. Het vaststellen van een PM_{2,5} reductie is voor Rav categorie E 6.2 ('droogtunnel met oppervlaktedroging') niet aan de orde omdat de lucht hier niet door de mestlaag wordt gevoerd en geen wezenlijke filtering plaatsvindt).

2.6 Herziening van beschrijvingen (leaflets) voor droogtunnels

In vraagstuk 7 gaat het om het eventueel actualiseren van de beschrijvingen (leaflets) op grond van rapporten 730 en 731.

Ten aanzien van dit punt wordt het volgende aanbevolen:

- uit de recente onderzoeken naar de stofemissie uit droogtunnels is gebleken dat tijdens het draaien van de banden/platen in de droogtunnels zeer hoge piekemissies van (fijn) stof optreden omdat de mest aan het einde van elke band naar beneden valt op de onderliggende (Winkel et al., 2014b). De twee deelnemende bedrijven in dit rapport hadden daarom de ventilatie zo ingeregeld dat de stalventilatoren het debiet door de droogtunnel tijdelijk overnamen tijdens het laten draaien van de banden/platen van de droogtunnel. Hiermee worden hoge piekemissies van (fijn) stof voorkomen. Aanbevolen wordt deze werkwijze voor te schrijven in de beschrijvingen;
- Ten aanzien van droogtunnels nageschakeld aan stallen met voordroging kunnen eisen t.a.v. voordroging op twee manieren worden ingevuld: via een doelvoorschrift of een middelvoorschrift. Bij een doelvoorschrift kan worden volstaan met de eis dat het drogestofgehalte van de ingaande mest tenminste 55% bedraagt. Bij een middelvoorschrift kunnen eisen worden opgenomen t.a.v. de afmestfrequentie (verblijftijd van de mest in de stal), de continue werking van voordroging (24 uren per dag), de capaciteit van de voordroging (in m³/uur per dier), enzovoort. Aanbevolen wordt het doelvoorschrift van 'tenminste 55% DS' te handhaven.
- Vanuit het oogpunt van fijnstofreductie is het gunstig een zo groot mogelijk deel van de totale ventilatie door de droogtunnel te voeren. Hiertoe is in de huidige leaflets de eis gesteld dat de geïnstalleerde droogcapaciteit minimaal 2 m³/uur per hen bedraagt. Dit betekent dat de ventilatiebehoefte tot tenminste 2 m³/uur per hen door de droogtunnel wordt geleid, zodat bij deze luchtstroom stoffiltering plaatsvindt. Op grond van deze eis is tevens de jaargemiddelde PM10 reductie op stalniveau doorgerekend en vastgelegd. Vanuit het oogpunt van ammoniak is het echter juist gunstig om het droogdebiet te beperken om zo hoge piekemissies te voorkomen. Dit kan worden gedaan door – naast het eerder genoemde minimum – tevens een maximum te stellen aan het droogdebiet door de droogtunnel.

2.7 Ammoniakemissie van Rav E 6.1 ('droogzolder') en E 6.2 ('dichte bandendroger')

In vraagstuk 8 gaat het om de relatie tussen de resultaten uit rapporten 280, 730 en 731 en de droogsystemen E 6.1 ('droogzolder') en E 6.2 ('dichte bandendroger').

Droogstelsysteem E 6.1 staat thans in de Rav met emissiefactoren van 0,010 kg/dierplaats per jaar voor opfokleghennen en vleeskuikens en 0,015 kg/dierplaats per jaar voor leghennen en vleeskuikenouderdieren. Droogstelsysteem E 6.2 staat thans in de Rav met emissiefactoren van 0,010 kg/dierplaats per jaar voor opfokleghennen en -hanen en 0,015 kg/dierplaats per jaar voor leghennen.

Beide systemen zijn niet betrokken in rapporten 280 en 731.

Van droogstelsysteem E 6.1 is één locatie bemeaten in rapport 730. Uit deze metingen blijkt eveneens een grote toename van de ammoniakconcentratie over de mestlaag. Verwacht mag worden dat dit systeem zich voor wat betreft de ammoniak- en geuremissie en fijnstof afvang vergelijkbaar gedraagt als de platendroger (E 6.4.2) omdat bij beide systemen een relatief dikke mestlaag (10 tot 20 cm) op metalen platen wordt gedroogd.

Van droogstelsysteem E 6.2 zijn de afgelopen 10 tot 15 jaar niet of nauwelijks meer systemen verkocht. Op een aantal bedrijven kan dit systeem nog wel in werking zijn. Omdat bij dit systeem de lucht over de mest stroomt i.p.v. er doorheen, kent dit systeem geen wezenlijke stofafvang en kunnen ook de ammoniak- en geuremissies afwijken van de resultaten gevonden bij geperforeerde bandendrogers en platendrogers/droogzolders. Van droogstelsysteem E 6.2 zijn echter geen recente meetresultaten bekend.

3 Samenvatting van vraagstukken, conclusies en aanbevelingen

Tussen 2009 en 2013 zijn drie onderzoeksprojecten uitgevoerd naar de fijnstofreductie van nageschakelde mestdroogsystemen voor pluimveestallen, alsook naar de emissies van ammoniak en geur uit deze systemen (Livestock Research rapporten 280, 730 en 731). Ter ondersteuning van beleidsontwikkeling rondom emissies uit droogtunnels is in dit rapport een antwoord uitgewerkt op een aantal vraagstukken, waarbij tevens eerder verricht onderzoek is betrokken. De conclusies en aanbevelingen die op grond van deze uitwerkingen gegeven kunnen worden, worden hierna samengevat.

Vraagstuk 1 – *Geeft de huidige stand van kennis voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een stal waarin de mest binnen 24 uur zonder voor- of nadrogen uit de stal wordt verwijderd (een zogenaamde 'stal met dagontmesting')?*

- Aangetoond is dat het verkorten van de verblijftijd van bandenmest in de stal de ammoniakemissie verlaagt.
- In stallen met kooihuisvesting ligt de relatieve reductie van het dagelijks t.o.v. wekelijks ontmesten van de stal vermoedelijk in de orde van grootte van 40 tot 65% (gemiddelde van de schattingen: 55%). Het gaat hier nadrukkelijk om een schatting met een indicatief karakter;
- In stallen met grond- of volièrehuisvesting met strooiselvloeren ligt de relatieve reductie van het dagelijks t.o.v. wekelijks ontmesten van de stal vermoedelijk in de orde van grootte van 15 tot 45% (gemiddelde van de schattingen: 28%). Het gaat hier eveneens om een schatting met een indicatief karakter;
- De relatieve reductie is naar weten van de auteurs niet gekwantificeerd volgens een geldend meetprotocol in voor de Nederlandse situatie representatieve en modern uitgeruste stallen.
- Wanneer behoefte bestaat aan het opnemen van stalsystemen met dagontmesting in regelgeving wordt aanbevolen om de relatieve reductie in stalemissie van dagontmesting t.o.v. tweewekelijks en wekelijks afdraaien van mestbanden vast te stellen volgens een geldend meetprotocol in voor de Nederlandse situatie representatieve en modern uitgeruste stallen voor grond- en volièrehuisvesting. De verkregen relatieve reducties kunnen dan worden toegepast op de absolute emissies van stalsystemen met tweewekelijkse of wekelijkse ontmesting.

Vraagstuk 2a – *Geeft de huidige stand van kennis voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een droogtunnel waarin mest snel wordt gedroogd, welke niet is voorgedroogd en die binnen 24 uur naar de droogtunnel is gebracht (een 'stal met dagontmesting naar een droogtunnel')?*

Vraagstuk 2b – *Idem als 2a; maar dan voor geur?*

- In rapport 731 zijn de ammoniak- en geuremissies bepaald van twee droogtunnels waarin mest snel wordt gedroogd welke niet is voorgedroogd en die binnen 24 uur naar de droogtunnel is gebracht, volgens geldende meetprotocollen. De gemiddelde emissies over deze twee meetlocaties bedroegen 34 g/dierplaats per jaar voor ammoniak (gecorrigeerd voor 4% leegstand) en 0,30 OUE/dierplaats per seconde voor geur.
- In rapporten 730 en 731 geeft de platendroger volgens Rav E 6.4.2 echter consequent een lagere ammoniakemissie dan de bandendroger volgens Rav E 6.4.1. Deze constatering, tezamen met de aanwezigheid van grote variabiliteit tussen bedrijven, geeft aanleiding tot het uitbreiden van de meetserie (voor alleen de component ammoniak en eventueel geur) tot twee bedrijven per type droogstelsysteem.

Vraagstuk 3a – *Geven de resultaten uit rapporten 730 voldoende wetenschappelijke basis om de ammoniakemissie te bepalen van een droogtunnel waarin mest wordt gedroogd die is voorgedroogd tot 55% drogestof (een 'stal met voordroging en een droogtunnel')?*

Vraagstuk 3b – *Idem als 3a; maar dan voor geur?*

- In alle voorhanden zijnde studies naar geuremissies van droogtunnels wordt een toename van de geuremissie over de droogtunnel gerapporteerd.
- Er is geen onderzoek voorhanden waarin de geuremissie is bepaald bij 2 tot 4 stallen met voordroging en een bandendroger/platendroger conform het meetprotocol. Wanneer wordt aangenomen dat het aanwezig zijn van voordroging in de stal geen wezenlijk effect heeft op de geuremissie uit de droogtunnel, dan kunnen de meetseries samengevat in Tabel 2 worden gebruikt om een geuremissie voor Rav codes E 6.1, E 6.2, E 6.4.1 en E 6.4.2 af te leiden, omdat: 1) er sprake is van vier stallen, 2) de stallen zijn bemeten volgens het voorlaatste meetprotocol

en conform de huidige geurnorm EN 13725, en 3) de emissiecijfers een consistente range laten zien. Een dergelijke geuremissie kan worden bepaald als het gemiddelde van de vier geuremissies van bedrijven 2 t/m 5 in Tabel 2; dit gemiddelde bedraagt 0,20 OUE/dierplaats per s.

- Wanneer niet wordt voorgedroogd en de mest enkele dagen in de stal verblijft alvorens het nadroogproces wordt gestart, worden ammoniakemissies uit droogtunnels gevonden tot enkele honderden grammen per dierplaats per jaar (Demmers et al., 1992; Winkel et al., 2011). Wanneer de mest in de stal wordt voorgedroogd met een voldoende debiet, gedurende een voldoende aantal uren per dag en gedurende een voldoende lange verblijftijd, kan de ammoniakemissie uit droogtunnels worden beperkt tot enkele tientallen grammen per dierplaats per jaar.
- Op grond van de metingen in rapport 730 van het project 'monitoring ammoniakvorming droogtunnels' (Winkel et al., 2014a) kan de emissie van ammoniak niet worden vastgesteld; de in dit rapport berekende emissies hebben slechts een indicatief karakter.

Vraagstuk 4 – Is voordroging in de stal en het toepassen van een droogtunnel ('dubbel drogen') realistisch en in de praktijk toepasbaar?

- 'Dubbel drogen' is technisch mogelijk en het wordt in de praktijk ook toegepast. De praktijk heeft twee problemen hiermee: het is lastig om 55% drogestof m.b.v. voordroging te halen en het vraagt veel energie die eenvoudig bespaard kan worden door het gehele droogproces in de droogtunnel te laten plaatsvinden; de droogtunnel is namelijk op zichzelf al in staat om het gewenste eind drogestofgehalte van >80% te halen.

Vraagstuk 5 – Geven de resultaten uit rapporten 730 en 731 aanleiding om de emissiereductie voor fijnstof (PM10) voor droogtunnels (bepaald op basis van rapport 280) te actualiseren?

- De in bijlage 9 van rapport 280 ingeschatte jaargemiddelde reducties van PM10 op stalniveau voor de bandendroger en platendroger lijken op grond van de nieuwe data uit rapporten 730 en 731 valide. Deze reducties hebben alleen betrekking op Rav categorieën E 6.1 ('de droogzolder'), E 6.4.1 ('droogtunnel met geperforeerde banden') en E 6.4.2 ('droogtunnel met geperforeerde platen') omdat bij deze systemen de lucht door de mest wordt geblazen zodat stoffiltering kan optreden en dus niet op Rav categorie E 6.2 ('droogtunnel met oppervlakedroging').

Vraagstuk 6 – Is het mogelijk om op basis van rapporten 280, 730 en 731 emissiereducties voor PM2,5 vast te stellen voor droogtunnels?

- Op grond van rapporten 280 en 731 is het mogelijk om een emissiereductie voor PM2,5 op stalniveau te bepalen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de systematiek zoals beschreven in bijlage 9 van rapport 280, waarbij een gemiddeld verwijderingsrendement kan worden aangenomen van 48%, alsook een maximaal geïnstalleerd droogdebiet van 2 m³/uur per dierplaats (conform de werkwijze voor PM10). Er is op dit moment onvoldoende data t.a.v. PM2,5 reducties om een eventueel onderscheid aan te brengen tussen het verwijderingsrendement voor bandendrogers (E 6.4.1) enerzijds en droogzolders (E 6.1) / platendrogers (E 6.4.2) anderzijds. Het vaststellen van een PM2,5 reductie is voor Rav categorie E 6.2 ('droogtunnel met oppervlakedroging') niet aan de orde omdat de lucht hier niet door de mestlaag wordt gevoerd en geen wezenlijke filtering plaatsvindt).

Vraagstuk 7 – Geven de resultaten en ervaringen van rapporten 280, 730 en 731 reden de beschrijvingen (leaflets) aan te passen?

- Uit de recente onderzoeken naar de stofemissie uit droogtunnels is gebleken dat tijdens het draaien van de banden/platen in de droogtunnels zeer hoge piekemissies van (fijn) stof optreden omdat de mest aan het einde van elke band naar beneden valt op de onderliggende (Winkel et al., 2014b). De twee deelnemende bedrijven in dit rapport hadden daarom de ventilatie zo geregeld dat de stalventilatoren het debiet door de droogtunnel tijdelijk overnamen tijdens het laten draaien van de banden/platen van de droogtunnel. Hiermee worden hoge piekemissies van (fijn) stof voorkomen. Aanbevolen wordt deze werkwijze voor te schrijven in de beschrijvingen;
- Ten aanzien van droogtunnels nageschakeld aan stallen met voordroging kunnen eisen t.a.v. voordroging op twee manieren worden ingevuld: via een doelvoorschrift of een middelvoorschrift. Bij een doelvoorschrift kan worden volstaan met de eis dat het drogestofgehalte van de ingaande mest tenminste 55% bedraagt. Bij een middelvoorschrift kunnen eisen worden opgenomen t.a.v. de afmestfrequentie (verblijftijd van de mest in de stal), de continue werking van voordroging (24 uren per dag), de capaciteit van de voordroging (in m³/uur per dier), enzovoort. Aanbevolen wordt het doelvoorschrift van 'tenminste 55% DS' te handhaven.

- Vanuit het oogpunt van fijnstofreductie is het gunstig een zo groot mogelijk deel van de totale ventilatie door de droogtunnel te voeren. Hiertoe is in de huidige leaflets de eis gesteld dat de geïnstalleerde droogcapaciteit minimaal 2 m³/uur per hen bedraagt. Dit betekent dat de ventilatiebehoefte tot tenminste 2 m³/uur per hen door de droogtunnel wordt geleid, zodat bij deze luchtstroom stoffiltering plaatsvindt. Op grond van deze eis is tevens de jaargemiddelde PM10 reductie op stalniveau doorgerekend en vastgelegd. Vanuit het oogpunt van ammoniak is het echter juist gunstig om het droogdebiet te beperken om zo hoge piekemissies te voorkomen. Dit kan worden gedaan door – naast het eerder genoemde minimum – tevens een maximum te stellen aan het droogdebiet door de droogtunnel.

Vraagstuk 8 – *Wat is de relatie tussen de resultaten uit rapporten 280, 730 en 731 en de droogsystemen E 6.1 en E 6.2? Zijn de huidige emissiefactoren voor ammoniak wel correct?*

- Verwacht mag worden dat droogstelsysteem E 6.1 ('droogzolder') zich voor wat betreft ammoniak- en geuremissie en fijnstof afvang vergelijkbaar gedraagt als de platendroger (E 6.4.2) omdat bij beide systemen een relatief dikke mestlaag (10 tot 20 cm) op metalen platen wordt gedroogd.
- Omdat bij droogstelsysteem E 6.2 ('dichte bandendroger') de lucht over de mest stroomt i.p.v. er doorheen, kent dit systeem geen wezenlijke stofafvang en kunnen ook de ammoniak- en geuremissies afwijken van de resultaten gevonden bij geperforeerde bandendrogers en platendrogers/droogzolders. Van droogstelsysteem E 6.2 zijn echter geen recente meetresultaten bekend.

Literatuur

- Beurskens, A. G. C., J. M. G. Hol, and G. Mol. 2002. *Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV; Volièrestal voor leghennen [Ammonia and odour emission from livestock housing systems; aviary housing system for laying-hens]*. Report 2002-16. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Chepete, J. H., H. Xin, and H. Li. 2011. Ammonia emissions of laying-hen manure as affected by accumulation time. *Journal of Poultry Science* 48(2):133-138.
- Dekker, S. E. M., A. J. A. Aarnink, I. J. M. de Boer, and P. W. G. G. Koerkamp. 2011. Emissions of ammonia, nitrous oxide, and methane from aviaries with organic laying hen husbandry. *Biosyst. Eng.* 110(2):123-133.
- Demmers, T. G. M., M. G. Hissink, and G. H. Uenk. 1992. *Het drogen van pluimveemest in een droogtunnel en het effect hiervan op de ammoniakemissie [The drying of poultry manure in a drying tunnel and the effect on ammonia emission]*. Report 92-6. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO).
- Fabbri, C., L. Valli, M. Guarino, A. Costa, and V. Mazzotta. 2007. Ammonia, methane, nitrous oxide and particulate matter emissions from two different buildings for laying hens. *Biosyst. Eng.* 97(4):441-455.
- Groot Koerkamp, P. W. G., A. Keen, T. G. C. M. Van Niekerk, and S. Smit. 1995. The effect of manure and litter handling and indoor climatic conditions on ammonia emissions from a battery cage and an aviary housing system for laying hens. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43:351-373.
- Groot Koerkamp, P. W. G., and H. Montsma. 1995. *De ammoniakemissie uit een volièrestal met het multifloorsysteem en een mestdroogtunnel [The ammonia emission from an aviary house with the multifloor system and a manure drying tunnel]*. Report 94-28. Wageningen, the Netherlands: Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO).
- Groot Koerkamp, P. W. G., and B. Reitsma. 1997. *De ammoniakemissie uit een volièrestal voor leghennen met het etagesysteem [The ammonia emission from an aviary house for laying hens with the tiered wire floor system]*. Report 97-05. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Groot Koerkamp, P. W. G., and R. Bleijenberg. 1998. Effect of type of aviary, manure and litter handling on the emission kinetics of ammonia from layer houses. *Brit. Poult. Sci.* 39(3):379-392.
- Hol, J. M. G., and C. M. Groenestein. 1995. *Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVII: Compactbatterij voor leghennen met tweemaal daags verwijderen van natte mest*. Report 95-1001. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Huis in 't Veld, J. W. H., P. W. G. Groot Koerkamp, and R. Scholtens. 1999. *Voletage volièresysteem voor legouderdieren en een droogtunnel met geperforeerde mestbanden [Aviary housing system for layer breeders and drying tunnel for manure]*. Report 99-10. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Kroodsma, W., R. Bleijenberg, N. W. M. Ogink, and Y. Wintjens. 1996. *Nadrogging van voorgedroogde leghennenmest volgens het HELI-systeem en de laagsgewijze composteermethode [Drying of pre-dried layer droppings with the HELI-system and the in layers compost method]*. Report 96-08. Wageningen, the Netherlands: Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO).
- Liang, Y., H. Xin, E. F. Wheeler, R. S. Gates, H. Li, J. S. Zajaczkowski, P. A. Topper, K. D. Casey, B. R. Behrends, D. J. Burnham, and F. J. Zajaczkowski. 2005. Ammonia emissions from U.S. laying hen houses in Iowa and Pennsylvania. *Trans ASAE* 48(5):1927-1941.
- Nicholson, F. A., B. J. Chambers, and A. W. Walker. 2004. Ammonia emissions from broiler litter and laying hen manure management systems. *Biosyst. Eng.* 89(2):175-185.
- Reuvekamp, B. F. J., and T. G. C. M. Van Niekerk. 1997. *Ammoniakemissie bij leghennen op batterijen bij drogen tot minimaal 55% drogestof en bij natte mest [Ammonia emission from manure belt batteries for laying hens with forced drying to minimal 55% dry matter and with wet manure]*. PP-uitgave no. 63. Beekbergen, the Netherlands: Praktijkonderzoek Pluimveehouderij "Het Spelderholt".
- Satter, I. H. G., and H. Gunnink. 1998. *Onderzoek naar de ammoniak emissie uit stallen XXXIX: Scharrelstal voor leghennen met droging van de mest op banden onder de beun [Ammonia emission from livestock housing systems: Floor housing system for laying hens with manure belt aeration underneath a raised slatted floor]*. Report 1998-1003. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Scheer, A., J. M. G. Hol, and G. Mol. 2002. *Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie uit stallen LVI: Scharrelstal voor leghennen met frequente mest- en strooiselverwijdering [Ammonia and odour emission from livestock housing systems: Free-range housing system for laying hens with weekly removal of litter and manure]*. Report 2002-17. Wageningen, the Netherlands: Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG).
- Uenk, G. H., G. J. Monteny, T. G. M. Demmers, and M. G. Hissink. 1994. *Praktijkonderzoek naar het drogen van leghennenmest in een droogtunnel en het effect op de ammoniak-, geur, en stofemissie*. Report 94-21. Wageningen, the Netherlands: IMAG-DLO.
- Van Emous, R., B. F. J. Reuvekamp, and T. G. C. M. Fiks-Van Niekerk. 2000. *Mestbandbatterij voor leghennen: Afmestfrequentie en beluchttingsmanagement [Battery cages with manure belts for laying hens: Frequency of manure removal and forced air drying management]*. PP-uitgave no. 90. Lelystad, the Netherlands: Praktijkonderzoek Veehouderij.
- Winkel, A., J. Mosquera, H. H. Ellen, R. A. Van Emous, J. M. G. Hol, G. M. Nijeboer, N. W. M. Ogink, and A. J. A. Aarnink. 2011. *Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in stallen met een droogtunnel [Dust emission from*

- animal houses: laying hens in houses with a tunnel drying system*]. Report 280. Lelystad, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Livestock Research.
- Winkel, A., K. Blanken, H. H. Ellen, and N. W. M. Ogink. 2014a. *Ammoniakvorming in mestdroogsystemen op legpluimveebedrijven met mestbandbeluchting* [Ammonia production in manure drying systems at layer farms with manure belt aeration]. Report 730, in press. Lelystad, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Livestock Research.
- Winkel, A., J. W. H. Huis in't Veld, G. M. Nijeboer, H. Schilder, T. G. Van Hattum, H. H. Ellen, and N. W. M. Ogink. 2014b. *Emissies uit mestdroogsystemen op leghennenbedrijven bij dagontmesting en versneld drogen* [Emissions from manure drying systems on layer farms using 24-h manure removal and rapid drying]. Report 731, in press. Lelystad, the Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Livestock Research.



Wageningen UR Livestock Research

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

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