

# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 449

## Emissiereductie fijnstof door droogtunnels

Maart 2011



**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](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

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 gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

### Referaat

ISSN 1570 - 8616

### Auteurs

R.A. van Emous  
H.H. Ellen  
A. Winkel  
N.W.M. Ogink

### Titel

Emissiereductie fijnstof door droogtunnels  
Rapport 449

### Samenvatting

Op basis van metingen aan droogtunnels is een berekening gemaakt van de reductie van fijnstofemissie op stalniveau.

### Trefwoorden

Fijnstof, leghennen, pluimvee, droogtunnel, emissie



LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN **UR**

Rapport 449

# Emissiereductie fijnstof door droogtunnels

R.A. van Emous  
H.H. Ellen  
A. Winkel  
N.W.M. Ogink

Maart 2011



## Voorwoord

Nederland moet op korte termijn voldoen aan de Europese grenswaarden voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht. Om dit te bewerkstelligen dienen maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft daarom Wageningen UR Livestock Research verzocht om een plan van aanpak uit te werken. Dit plan is specifiek gemaakt voor het ontwikkelen van praktijkrijpe bedrijfsoplossingen voor het terugdringen van de fijnstofemissie uit pluimveestallen. Het plan van aanpak is begin 2008 gereed gekomen en beschrijft een onderzoeksprogramma waarmee op zo kort mogelijke termijn reductietechnieken ontwikkeld worden en voor de praktijk beschikbaar komen. Dit programma is in opdracht van het ministerie uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research.

Binnen dit programma kwam de vraag aan de orde in hoeverre droogtunnels een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van de emissie van fijnstof. Daarop zijn metingen uitgevoerd op een aantal bedrijven. Uit de metingen bleek een reductie van fijnstof, maar een toename van de emissie van ammoniak. In overleg met de leveranciers is naar oplossingen gezocht. Op basis van de metingen en berekeningen is een inschatting gemaakt van de reductie van fijnstof op stalniveau. In dit rapport worden de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen gepresenteerd.

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

Dr.ir. N.W.M. Ogink

Livestock Research coördinator van het onderzoek naar stofreductie in de pluimveehouderij  
Animal Sciences Groep van Wageningen UR



## Samenvatting

Uit metingen aan droogtunnels in de praktijk bleek dat deze techniek een reducerende werking heeft ten aanzien van de emissie van fijnstof. Echter de emissie van ammoniak bleek hoger dan op basis van bestaande emissiefactoren verwacht mocht worden. In overleg met de leveranciers is besloten om de beschrijvingen zodanig aan te passen dat dit laatste zo veel mogelijk kan worden voorkomen. Daarnaast zijn berekeningen uitgevoerd om de reductie van fijnstof jaarrond op stalniveau vast te stellen.

In dit rapport worden de uitgangspunten (verdeling van de buitentemperatuur over het gehele jaar (zogenaamde graaduren), relatie buitentemperatuur op het totale ventilatiedebiet, relatie buitentemperatuur op de PM10 concentratie in de stal, niveau van het ventilatiedebiet door de droogtunnel, verwijderingsrendement van de droogtunnel voor PM10) en de resultaten van de berekeningen besproken. Op stalniveau varieert het verwijderingsrendement van 18 tot 79%.

Op basis van de berekeningen worden de volgende emissiereducties op stalniveau voorgesteld, waarbij wordt uitgegaan van een geïnstalleerde capaciteit voor de beluchting van 2 m<sup>3</sup>/dier/uur:

- droogtunnel met geperforeerde banden (E 6.4.1); 30%
- droogtunnel met geperforeerde metalen platen (E 6.4.2) en mestdroogstelsysteem met geperforeerde doek (E 6.1); 55%

De beschrijvingen worden aangepast ten aanzien het drogestofgehalte van de mest en de controle daarop.





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b> .....	<b>2</b>
2.1	Verdeling van de buitentemperatuur (graaduren) .....	2
2.2	Relatie buitentemperatuur en totaal ventilatiedebiet volièrestal .....	2
2.3	Relatie buitentemperatuur op de PM10 concentratie stal .....	3
2.4	Niveau van het ventilatiedebiet door de droogtunnel .....	4
2.5	Verwijderingsrendement van de droogtunnel voor PM10 .....	4
<b>3</b>	<b>Resultaten berekeningen</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Discussie</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Conclusie en advies</b> .....	<b>7</b>
5.1	Conclusie .....	7
5.2	Advies .....	7



## 1 Inleiding

Gedurende 2008 en begin 2009 is intensief gemeten aan de fijnstofemissie uit verschillende pluimveestallen. Op basis hiervan zijn in maart 2009 voor pluimveestallen herziene fijnstof emissiefactoren opgenomen in de lijst die aangeeft waarmee gerekend moet worden bij vergunningverlening. In het onderzoek in 2008 zijn ook de effecten op de PM10 emissie van twee typen droogtunnels bemeaten. De resultaten uit dit deelonderzoek gaven aan dat droogtunnels een substantieel deel van het fijnstof kunnen afvangen, maar ook dat het emissieniveau van ammoniak substantieel hoger lag dan de emissiefactoren van de Rav-lijst. Met droogtunnelleveranciers is een traject uitgezet om de ammoniakproblematiek op te lossen. Indien deze problematiek opgelost kan worden, dient zich een perspectiefvolle en goed inpasbare praktijktechniek aan voor de terugdringing van fijnstofemissie van legpluimveebedrijven.

Niet alle stallucht van een pluimveestal wordt via een droogtunnel geventileerd, vaak gaat het om een vaste hoeveelheid lucht. Hierdoor varieert het aandeel droogtunnellucht in het totale ventilatievolume door het jaar als gevolg van variatie in het totale ventilatievolume. Voor een goede inschatting van het perspectief is het gewenst om het uiteindelijke totale verwijderingsrendement op stalniveau door te rekenen. Het doel van dit rapport is inzicht te geven in het reducerend effect op stalniveau via een aantal scenarioberekeningen.

In dit rapport wordt via berekeningen nagegaan wat de mogelijke reductie van een droogtunnel is op de totale PM10 emissie van een volièrestal. Deze berekeningen zijn gebaseerd op een gestandaardiseerde weergave van de fijnstofemissie en concentratie gedurende een jaar. Voor twee variabelen (ventilatieniveau van de droogtunnel en verwijderingsrendement droogtunnel) zijn in de berekeningen verschillende niveaus doorgerekend omdat deze variabelen in de praktijk behoorlijk kunnen verschillen. Hierna worden vervolgens de wijze van berekeningen, de instelniveaus van de variabelen in de scenarioberekeningen en de resultaten toegelicht en bediscussieerd.

Het rapport sluit af met het advies aan de ministeries voor de opname van droogtunnels in de lijst met emissiefactoren voor fijnstof.

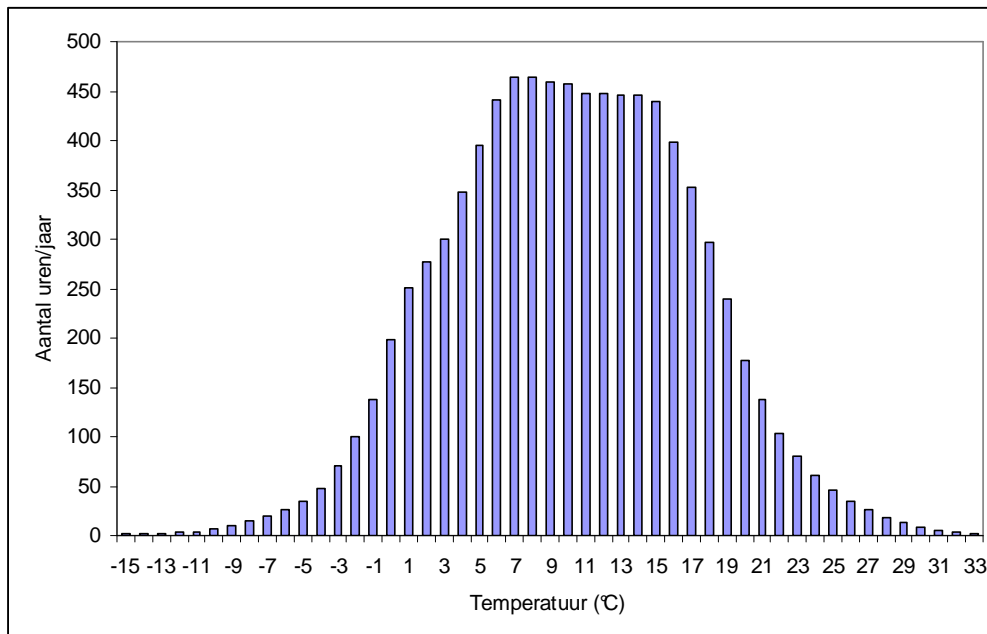
## 2 Methode

Voor het berekenen van het reducerend vermogen van een droogtunnel bij een volièrestal zijn een aantal gegevens nodig:

1. Verdeling van de buitentemperatuur over het gehele jaar (zogenaamde graaduren)
2. Relatie buitentemperatuur op het totale ventilatie debiet van een volièrestal
3. Relatie buitentemperatuur op de PM10 concentratie in de stal
4. Niveau van het ventilatie debiet door de droogtunnel
5. Verwijderingsrendement van de droogtunnel voor PM10

### 2.1 Verdeling van de buitentemperatuur (graaduren)

Om inzicht te krijgen in het verloop van de buitentemperatuur in Nederland zijn gegevens van het KNMI gebruikt (<http://www.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/>). De uurwaarden van temperatuur van de jaren 1951 tot en met 2009 zijn gemiddeld.

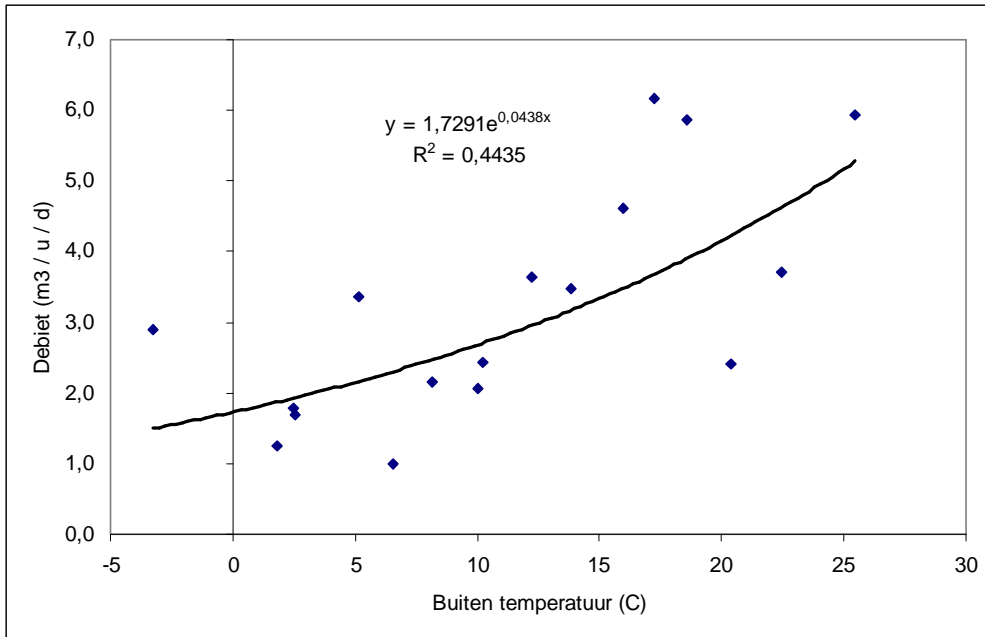


**Figuur 1** Verdeling van het aantal uren per jaar bij een bepaalde temperatuur

### 2.2 Relatie buitentemperatuur en totaal ventilatie debiet volièrestal

De relatie van het ventilatie debiet met de buitentemperatuur is berekend uit de gegevens van vier volièrestallen die binnen het kader van het project actualisatie fijnstofemissiefactoren verzameld zijn (Winkel e.a., 2009). Dit waren gangbare en representatieve praktijkstallen van gemiddeld 27.250 dieren groot.

De basisgegevens en de trendlijn voor het verloop van het totale ventilatie debiet in relatie tot verschillende buitentemperaturen zijn weergegeven in figuur 2. Het verband tussen de buitentemperatuur en het debiet ( $m^3$  lucht per dier per uur) is exponentieel verondersteld. Er is gekozen voor een exponentieel verband omdat dat de meest waarschijnlijke trend is. Bij een lineaire trend zou de minimumventilatie bij  $-12\text{ °C}$  negatief zijn. In de praktijk zal bij temperaturen onder de  $0$  graden Celsius altijd met een bepaald minimum worden geventileerd. Bij volwassen legkippen van  $1,7\text{ kg}$  is dat  $0,7\text{ m}^3$  lucht per  $\text{kg}$  lichaamsgewicht per uur. Dus  $1,2\text{ m}^3$  lucht per dier per uur. De trendlijn is gebruikt in de reductieberekeningen voor PM10.



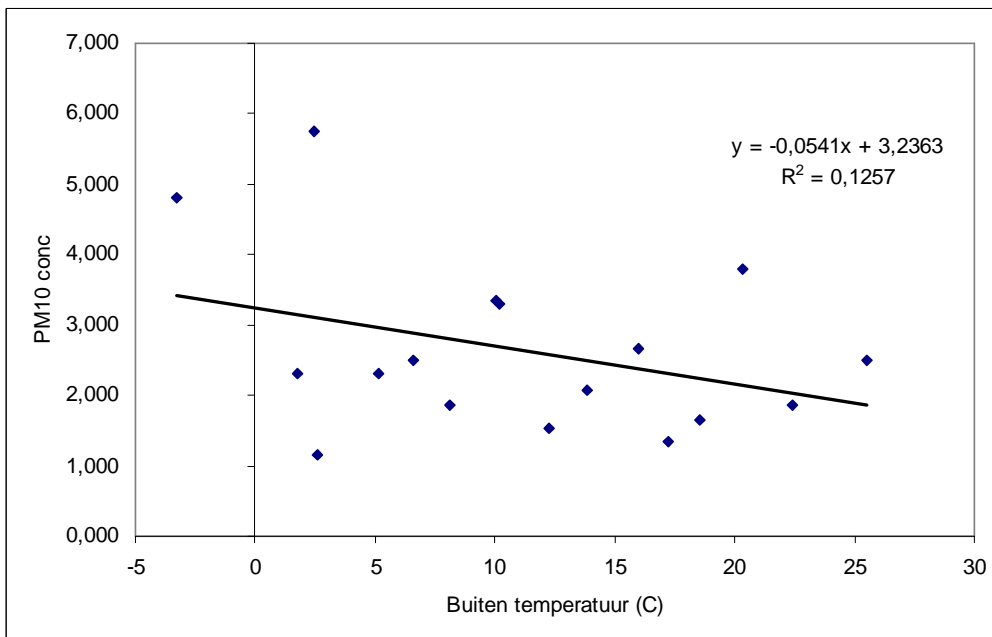
**Figuur 2** Relatie buitentemperatuur en totaal ventilatiedebiet volièrestal

### 2.3 Relatie buitentemperatuur op de PM10 concentratie stal

De relatie tussen de buitentemperatuur en PM10 concentratie is eveneens berekend uit de gegevens van de vier volièrestallen die binnen het kader van het project actualisatie fijnstofemissiefactoren verzameld zijn (Winkel e.a., 2009).

De basisgegevens en de trendlijn voor het verloop van de PM10 concentratie in relatie tot verschillende buitentemperaturen zijn weergegeven in figuur 3. Uit de figuur blijkt dat bij een hogere buitentemperatuur (en dus ook ventilatiedebiet) de PM10 concentratie licht lineair zal afnemen. Dit is een effect wat ook wordt waargenomen bij ammoniak.

De trendlijn is gebruikt in de reductieberekeningen voor PM10.



**Figuur 3** Relatie buitentemperatuur en PM10 concentratie volièrestal

## 2.4 Niveau van het ventilatiedebiet door de droogtunnel

Informatie voor dit onderdeel is verzameld uit de gegevens van het rapport over droogtunnels (Winkel e.a., nog niet gepubliceerd). Binnen dat project zijn acht legpluimveebedrijven met een droogtunnel bezocht. Drie daarvan stonden bij een kooisysteem, vier bij een volièrestal en één bij scharrelbedrijf (2 stallen). Voor deze berekeningen zijn de gegevens gebruikt van de bedrijven met volièrehuisvesting. Het gemiddeld geïnstalleerd debiet over de droogtunnel bedroeg bij deze bedrijven  $3,0 \text{ m}^3$  per uur per dier. De droogtunnel met het laagste debiet was  $1,9$  en de hoogste was  $4,0 \text{ m}^3$  per uur per dier. Dit is duidelijk hoger dan het minimum zoals voorgeschreven in de Rav-beschrijving. Daar wordt uitgegaan van minimaal  $0,2 \text{ m}^3$  per uur per dier. Ook uit informatie van fabrikanten van droogtunnels is bekend dat het geïnstalleerd vermogen bij praktijk bedrijven flink hoger is.

In de berekeningen is uitgegaan van meerdere ventilatieniveaus:  $1,2$ ,  $2,0$ ,  $3,0$  en  $4,0 \text{ m}^3$  per uur per dier. Over de gehele legperiode gezien betekent dit dat respectievelijk 42, 69, 90 en 98% van de totale ventilatielucht door de droogtunnel gaat.

Voor  $1,2 \text{ m}^3$  per uur per dier is gekozen omdat dit de minimumventilatie is in een stal met volwassen legkippen van  $1.700$  gram en een minimumventilatie van  $0,7 \text{ m}^3$  per kg per uur. Het gewicht van  $1.700$  gram is het gemiddeld gewicht van legkippen over een gehele legperiode. Bij opzet wegen de dieren ca.  $1,5$  en bij afvoeren aan het einde van de legperiode  $1,9$  kilogram.

## 2.5 Verwijderingsrendement van de droogtunnel voor PM10

Uit het voornoemde rapport van Winkel e.a. (nog niet gepubliceerd) zijn ook de gegevens gehaald voor verschillende verwijderingsrendementen voor de droogtunnel voor PM10. Uit dat onderzoek bleek dat het verwijderingsrendement van de droogtunnel bij volièrestallen tussen de 40 en 81% ligt met een gemiddelde van 63%. De verschillen in verwijderingsrendement door de droogtunnel wordt vooral veroorzaakt door het type droogtunnel, de dikte van de mestlaag en de droogte/consistentie van de keutels (Winkel e.a., nog niet gepubliceerd). Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van vier verschillende verwijderingsrendementen, te weten 40, 50, 65 en 80%.

### 3 Resultaten berekeningen

De bovenstaande verschillende uitgangspunten zijn in een Excel bestand ingebracht en doorgerekend.

In tabel 1 zijn de resultaten van de berekeningen met deze verschillende scenario's weergegeven. Uit de tabel blijkt dat het toepassen van een droogtunnel bij een volièrestal de totale, jaarlijkse PM10 emissie kan reduceren. De hoogte van de reductie is sterk afhankelijk van zowel het ventilatiedebiet dat door de droogtunnel gaat als het verwijderingsrendement voor PM10 door de droogtunnel. Bij een ventilatiedebiet door de droogtunnel van 1,2 m<sup>3</sup> per uur per dier zal de PM10 emissie gemiddeld 26% lager zijn. Dit neemt toe tot een gemiddelde reductie van 58% bij een debiet door de droogtunnel van 4,0 m<sup>3</sup> per uur per dier. Gemiddeld voor alle scenario's komt de reductie op PM10 emissie op 45%.

De gemiddelde reductie bij de verwijderingsrendementen van de droogtunnel voor 40, 50, 65 en 80% is respectievelijk 31, 38, 50 en 61%.

**Tabel 1** Resultaten berekeningen reductie droogtunnel op PM10 emissie bij verschillende uitgangspunten

Debiet droogtunnel (m <sup>3</sup> /uur/dier)	Verwijderingsrendement droogtunnel (%)				
	40	50	65	80	Gemiddeld
1,2	17,7	22,2	28,8	35,5	26,1
2,0	28,8	36,0	46,7	57,5	42,3
3,0	36,8	46,1	59,9	73,7	54,1
4,0	39,4	49,3	64,0	78,8	57,9
Gemiddeld	30,7	38,4	49,9	61,4	45,1

## 4 Discussie

### Emissiereductie

In eerste instantie is gemeten op twee locaties. Dit waren uitvoerige metingen. Het verschil in uitvoering tussen beide doorgemeten droogtunnels was dat op het ene bedrijf de tunnel was uitgevoerd volgens E 6.4.2 met metalen platen en op het andere bedrijf volgens E 6.4.1 met banden waarop de mest ligt tijdens het droogproces. Uit de metingen bleek een verschil in reductie ten aanzien van fijnstof, waarschijnlijk vanwege een dikkere laag mest. Dit verschil kwam ook naar voren tijdens de aanvullende indicatieve metingen (Winkel et al., 2010). Op basis van de beschikbare gegevens is het verantwoord om uit te gaan van twee verschillende reductiepercentages: 40% voor de droogtunnel met geperforeerde mestbanden (E 6.4.1) en 80% voor die met geperforeerde metalen platen (E 6.4.2). Dit zijn de reducties die optreden in de luchtstroom die door de tunnel gaat. De reductie op stalniveau hangt, naast het tunnelrendement, af van het aandeel stallucht dat door de tunnel gaat. In de praktijk verschillen droogtunnels met betrekking tot de hoeveelheid stallucht die maximaal door de mest wordt geleid. Op de gemeten bedrijven varieerde de maximaal geïnstalleerde capaciteit van 1,9 m<sup>3</sup>/dier/uur tot 4 m<sup>3</sup>/dier/uur. Dit verschil in maximale capaciteit lucht door de mest heeft een effect op de gemiddelde reductie op stalniveau over het jaar. Dit effect is door middel van de theoretische berekeningen in dit rapport in beeld gebracht.

### Aanpassen beschrijvingen

De emissiefactor voor ammoniak is gebaseerd op vroegere metingen (Huis in 't Veld et al., 1999), waarbij de mest die in de droogtunnel ging een ds% had van 60%. Dit is veel hoger dan gemeten bij metingen in kader van de reductie van fijnstof. Daarnaast wordt in de praktijk een hoger debiet toegepast dan bij de vroegere metingen. Toen werd gemiddeld 0,14 m<sup>3</sup>/dier/uur gebruikt. De combinatie van een hoog ds% en een laag debiet geeft een lage emissie. Bij een lager ds% zal er meer kans zijn dat ammoniakvorming in de mest is gestart op het moment dat deze in de tunnel komt. Samen met een hoog debiet kan er dan een extreme emissie optreden.

### Systeembeschrijving E 6.1

Naast de eerder genoemde twee systemen binnen categorie E 6.4, is er nog een nadroogtechniek met een in grote mate vergelijkbare uitvoering. Deze is beschreven in categorie E 6.1 en in de praktijk bekend onder de naam HELI. In onderstaande tabel zijn de eisen volgens de beschrijving van de drie systemen weergegeven.

	E 6.4.1 (banden)	E 6.4.2 (platen)	E 6.1 (HELI)
Droogoppervlakte	1 m <sup>2</sup> /200 hennen	1m <sup>2</sup> /420 hennen	1m <sup>2</sup> /400 hennen
Luchtdoorlaat	>10%	>35%	>10%
Luchtcapaciteit	>0,2 m <sup>3</sup> /hen/uur	>0,2 m <sup>3</sup> /hen/uur	>1,0 m <sup>3</sup> /hen/uur
Tegendruk	150 Pa	100 Pa	geen eis
Ds% mest in	>45%	>45%	>45%
Ds% mest uit	>80% binnen 72 uur	>80% binnen 72 uur	>80% binnen 72 uur

Uit de tabel blijkt dat het HELI-systeem wat betreft de laagdikte van de mest (belangrijkste factor in kader van filtering fijnstof) het meest overeenkomt met categorie E 6.4.2 (systeem met metalen platen). Op basis van deze overeenkomst zou voor categorie E 6.1 dezelfde reductie aangehouden kunnen worden op stalniveau als voor E 6.4.2.



## 5 Conclusie en advies

### 5.1 Conclusie

Op basis van de theoretische berekeningen en de metingen blijkt het dat het toepassen van een droogtunnel bij een volièrestal voor leghennen de PM10 emissie op bedrijfsniveau kan reduceren met een bandbreedte tussen 18 en 79%. Dit is vooral afhankelijk van de capaciteit van de droogtunnel. Maar ook het verwijderingsrendement van de droogtunnel speelt een grote rol. Gemiddeld zullen droogtunnels ca. 45% reductie geven van de totale, jaarlijkse PM10 emissie uit volièrestallen voor legkippen.

### 5.2 Advies

Op basis van de berekeningen worden de volgende emissiereducties op stalniveau voorgesteld, waarbij wordt uitgegaan van een geïnstalleerde capaciteit voor de beluchting van 2 m<sup>3</sup>/dier/uur:

- droogtunnel met geperforeerde banden (E 6.4.1); 30%
- droogtunnel met geperforeerde metalen platen (E 6.4.2); 55%

Op basis van de metingen uit het monitoringsonderzoek is het voorstel om de beschrijvingen op onderstaande punten aan te passen:

- ds% ingaande mest: ≥55%  
Dit ds% is lager dan tijdens de vroegere meting, maar hoger dan nu in de beschrijving staat. Het hogere ds% geeft dat er op moment van afdraaien van de mest<sup>1</sup> geen of een minimale hoeveelheid ammoniak is gevormd in de mest. De afvoer van de hoeveelheid ammoniak met de lucht die door de mest is daardoor beperkt.
- iedere 3 maanden bepalen van het ds% van de mest die de droogtunnel ingaat. Als deze lager is dan 55%, dient binnen een maand een nieuwe monsternamen plaats te vinden.  
Door deze bemonstering op te nemen wordt zekerheid gekregen dat de mest ook werkelijk met het minimale ds% de tunnel ingaat.  
*Opmerking: de bemonstering van de mest mag ook worden vervangen door een betrouwbare elektronische meting.*

Voor categorie E 6.1 wordt eveneens voorgesteld om dezelfde aanvullende eisen in de beschrijving op te nemen, d.w.z. ds% ≥55 en regelmatige controle hiervan.

---

<sup>1</sup> Volgens de beschrijvingen van de (volièr)stallen moeten de mestbanden in de stal minimaal tweemaal per week worden afgedraaid bij het toepassen van een droogtunnel. De eis van 55% drogestof zorgt ervoor dat de mest op de banden snel wordt gedroogd. Daarmee wordt de vorming van ammoniak tegen gegaan.

## Literatuur

Huis in 't Veld, J.W.G., P.W.G. Groot Koerkamp en R. Scholtens. 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLVI; Volletage volièresysteem voor legouderdieren en een droogtunnel met geperforeerde mestbanden. Rapport 99-10, IMAG, Wageningen.

Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink en A.J.A. Aarnink. 2009. Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in volièrehuisvesting. Rapport 278, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.

Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink en A.J.A. Aarnink. Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in stallen met een droogtunnel. In voorbereiding, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.