

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 504

Maatregelen ter vermindering van
fijnstofemissie uit pluimveehouderij:
indicatieve evaluatie van een
recirculatiesysteem met ionisatiefilter

Augustus 2011



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie in het kader van het 'Plan van aanpak bedrijfsoplossingen voor fijnstofreductie in de pluimveehouderij' (Ogink en Aarnink, 2008)

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, 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 gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this study a recirculation system with an ionization filter is indicatively evaluated for its potential to reduce fine dust emissions from poultry houses. From this study it is concluded that the system has a high removal efficiency, but fine dust emissions are not reduced.

Keywords

Recirculation, ionization filter, PM10, emission, poultry

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

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

Titel

Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit pluimveehouderij: indicatieve evaluatie van een recirculatiesysteem met ionisatiefilter

Rapport 504

Samenvatting

In deze studie wordt een recirculatiesysteem met ionisatiefilter indicatief beoordeeld op het vermogen om de fijnstofemissie uit pluimveestallen te reduceren. Uit dit onderzoek blijkt dat het systeem een hoog verwijderrendement kent, maar de fijnstofemissie niet verlaagt.

Trefwoorden

Recirculatie, ionisatiefilter, PM10, emissie, pluimvee



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 504

Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit pluimveehouderij: indicatieve evaluatie van een recirculatiesysteem met ionisatiefilter

Measures to reduce fine dust emission from poultry facilities: indicative evaluation of a recirculation system with ionization filter

R.A. van Emous

A. Winkel

N.W.M. Ogink

Augustus 2011

Voorwoord

Om te kunnen voldoen aan Europese normen voor de maximale concentraties van fijnstof in de buitenlucht, dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de emissie uit belangrijke bronnen terugdringen. Pluimveestallen dragen in belangrijke mate bij aan de emissie van fijnstof in Nederland. Voor deze stallen zijn echter nog weinig reductietechnieken beschikbaar. Wageningen UR Livestock Research werkt binnen een plan van aanpak aan maatregelen en technieken die de fijnstofemissie uit pluimveestallen substantieel reduceren. In dit onderzoek is het effect van een recirculatiesysteem met ionisatiefilter op de fijnstofemissie uit een leghennenstal onderzocht. Op basis van dit oriënterende onderzoek is een inschatting gemaakt van de effectiviteit en inzetbaarheid van het recirculatiesysteem met ionisatiefilter in de praktijk.

De metingen in dit onderzoek zijn door Livestock Research uitgevoerd in een volièrestal van het Proefbedrijf voor de Veehouderij te Geel (België) waar de onderzochte installatie in bedrijf is. Onze dank gaat uit naar het Proefbedrijf te Geel voor de mogelijkheid metingen te kunnen uitvoeren aan deze installatie, en naar de medewerkers van het Proefbedrijf voor de prettige en collegiale ondersteuning bij de uitvoering van deze metingen. Dank gaat ook uit naar de Livestock Research medewerkers voor hun inzet waardoor in een relatief korte tijd veel informatie kon worden verkregen over de onderzochte techniek.

Dr. ir. N.W.M. Ogink

Coördinator programma 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij'
Wageningen UR Livestock Research

Samenvatting

Om te kunnen voldoen aan de Europese norm voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. In dit kader is door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) verzocht om het uitwerken van een plan van aanpak voor het ontwikkelen van praktijkrijpe bedrijfsoplossingen voor het terugdringen van de fijnstofemissie uit de pluimveehouderij. In het kader van het plan van aanpak worden in dit deelproject beoordelingen verricht van de potentiële effectiviteit en technische en economische haalbaarheid van stofreducerende concepten voor pluimveestallen. In dit onderzoek wordt een recirculatiesysteem met ionisatiefilter beoordeeld als potentiële stofreductietechniek. Het betreft hier een stofverwijderingssysteem gebaseerd op een verwijderingsfilter in de stal waardoor continu stallucht wordt aangezogen en na reiniging weer teruggebracht in de stal. De verwijdering van stof in het filter is gebaseerd op ionisatie van de stofdeeltjes en afvang via afspoelbare verzameloppervlakten.

Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Uit indicatieve fijnstofmetingen (PM10) aan het ionisatiefilter van het systeem zoals geplaatst in een volièrestal voor legkippen bij het Proefbedrijf voor de Veehouderij blijkt een verwijderingsrendement over het filter voor PM10 van 63 tot 97% .
- Er werd geen reductie gevonden van de fijnstofconcentratie (PM10) in de geëmitteerde lucht bij de ventilatorkoker bij het wel of niet toepassen van het ionisatiefilter.
- In het onderzoek kon niet met zekerheid vastgesteld worden waarom de verwijdering van stof via recirculatie door het filter geen effect sorteerde op de stalemissie. Het is mogelijk dat het ontbreken van dit effect wordt veroorzaakt door het recirculatiesysteem. Het terugbrengen van gereinigde lucht creëert mogelijk extra stof. Hierdoor wordt een deel van het filtereffect weer teniet gedaan. De veronderstelling is dat dit vooral bij lage ventilatiedebieten kan optreden. Tijdens de betreffende metingen was sprake van een laag ventilatieniveau.
- Voor een succesvolle toepassing van een verwijderingsfilter in een intern recirculatiesysteem is inzicht in de recirculatie-effecten op extra stofgeneratie gewenst.
- Het systeem is toepasbaar in alle bestaande pluimveestallen doordat het onafhankelijk van de ventilatie moet worden geïnstalleerd.
- De jaarkosten van het systeem worden geraamd op ongeveer € 1,50 per leggen.
- Het systeem kent relatief weinig complexe technieken, vergt minimale arbeid en kan worden toegepast met andere reductietechnieken zoals bijvoorbeeld end-of-pipe systemen.
- Enige afwenteling vindt plaats door elektriciteitsverbruik. Onduidelijk is hoe het afgevangen stof kan worden afgezet of gebruikt.

Summary

In order to comply with European standards on maximum fine dust concentrations in the ambient air, measures need to be taken in The Netherlands to reduce emissions of fine dust from major emission sources. In view of this, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality has commissioned Wageningen UR Livestock Research to set up a plan of action for the development of practical and effective solutions for the reduction of dust emissions from poultry facilities. Within the framework described in the plan of action, this study was carried out to evaluate the potential effectiveness and technical and economical feasibility of concepts that may be able to reduce dust emissions from poultry houses. In the current study, an internal air recirculation system with ionization technique was indicatively evaluated.

From this study, the following conclusions are drawn:

- Indicative measurements of PM10 in the ingoing and outgoing air of a prototype located inside an aviary layer house at the “Proefbedrijf voor de Veehouderij” in Geel (Belgium) showed a high removal efficiency for PM10 of 63 till 97%.
- However, no effect was found on the emission of PM10 through the exhaust air between situations where the system was working or not.
- The discrepancy between a high removal efficiency on the one hand, but no effect on emissions on the other, could not be directly explained by the measurement results. It is surmised that the absence of effect on emission may be due to extra dust generation as result of air recirculation. The extra generated dust may negate the removal of fine dust through the system, with no net effect. We hypothesize that this occurs especially during low ventilation rates, as was the case during the measurements.
- Insight in the effects of air recirculation on dust generation is required before this technique can be successfully applied on farm scale.
- The system can be applied in all types of already built poultry houses because the system operates independently from the ventilation system.
- Yearly costs of the system are estimated to be approximately € 1,50 per laying hen.
- The system does not contain mechanically complex techniques and labor needs of the system are minimal. The system can be applied in combination with other reduction principles for example end-of-pipe systems.
- Some problem swapping occurs through the use of electricity. It is not yet clear how the dust that is collected can be disposed or reused.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Algemene systeembeschrijving	2
3	Indicatieve fijnstofmeting	3
3.1	Bedrijfs- en stalbeschrijving	3
3.2	Meetmethode en -strategie	4
3.3	Resultaten en discussie	7
3.3.1	Verwijderingsrendement systeem.....	7
3.3.2	Effect systeem op stofconcentratie nabij emissiepunt.....	8
4	Beoordeling effectiviteit en inzetbaarheid voor de praktijk	10
5	Conclusies	12
	Literatuur	13

1 Inleiding

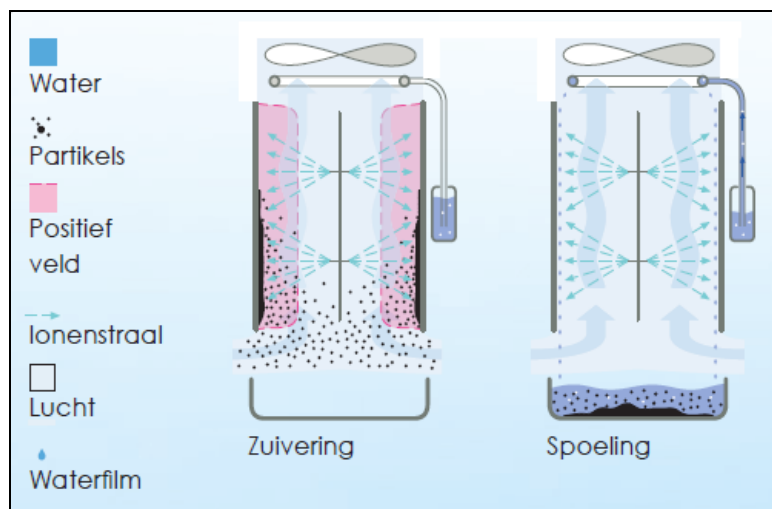
Om te kunnen voldoen aan de Europese norm voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht dienen in Nederland maatregelen te worden doorgevoerd die de uitstoot van fijnstof uit belangrijke bronnen terugdringen. In dit kader is door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) verzocht om het uitwerken van een plan van aanpak (Ogink en Aarnink, 2008) voor het praktijkklaar maken en testen van beschikbare bedrijfsoplossingen om de fijnstofemissie uit de pluimveehouderij te reduceren. Een belangrijk uitgangspunt daarbij is dat zoveel mogelijk effectieve en praktijkrijpe maatregelen medio 2011 gereed zijn.

Binnen het plan van aanpak worden langs meerdere lijnen oplossingsrichtingen met verschillende werkingsprincipes verder ontwikkeld, getest en in de praktijk gevalideerd. In het plan van aanpak zijn die opties opgenomen die in de studie van Buissonjé en Aarnink (2008) als meest perspectiefvol zijn beoordeeld. Vanuit het bedrijfsleven worden echter ook opties naar voren gebracht die perspectief zouden kunnen bieden, maar die niet in het Plan van Aanpak voorkomen. Om de potentie van deze ontwikkelingen te benutten voor de doelstellingen van het stofreductie programma is een aanvullend deelonderzoek geformuleerd. Hierin wordt de naar voren gebrachte optie beschreven en wordt een eerste beoordeling uitgevoerd van de potentiële effectiviteit en de technische en economische haalbaarheid van de optie. In deze studie wordt een recirculatiesysteem met ionisatiefilter beoordeeld.

In hoofdstuk twee wordt een algemene beschrijving gegeven van het systeem en het werkingsprincipe. In hoofdstuk drie worden de resultaten weergegeven van de indicatieve rendementsmetingen (voor PM10) van het systeem geïnstalleerd in een leghennenstal met volièrehuisvesting. In hoofdstuk vier wordt aan de hand van negen parameters een inschatting gemaakt van de effectiviteit en inzetbaarheid van het recirculatiesysteem met ionisatiefilter in de praktijk. In hoofdstuk vijf worden de conclusies uit deze studie weergegeven.

2 Algemene systeembeschrijving

Het principe om fijnstof te reduceren is gebaseerd op een recirculatiesysteem in combinatie met een filter gebaseerd op negatieve ionisatie (Figuur 1). Bij deze toepassing wordt vervuilde lucht tussen collecteer(=verzamel)oppervlakken of door een collecteerbuis gestuurd. De stofdeeltjes worden door middel van ionisatie negatief geladen en aangetrokken door de collecteeroppervlakken. Hierdoor worden ze aan de luchtstroom onttrokken. Na aanhechting aan de collecteeroppervlakken worden de stofdeeltjes regelmatig automatisch van de oppervlakken verwijderd door een spoelsysteem. Het stof wordt weggespoeld met een reinigingsmiddel. In onderstaande figuur is schematisch het bovenstaande proces weergegeven. In het linker plaatje (zuiveringsfase) wordt schematisch aangegeven dat de lucht met de boven de koker geplaatste ventilator wordt aangezogen. De stofdeeltjes worden van onderaf door de koker gezogen en door het ionische veld tegen de collecteeroppervlakken gedrukt waar ze aanhechten. In het rechter plaatje (spoelfase) is te zien dat het reinigingsmiddel vanaf bovenaf langs door de collecteeroppervlakken wordt geleid waarbij het aangehechte stof wordt weggespoeld in de opvangbak onder de koker. Dit spoelen wordt normaal eenmaal per twee dagen gedaan.



Figuur 1 Schematische weergaven van de werking van het recirculatiesysteem met negatieve ionisatiefilter (Bron: brochure Genano)

Naast het verwijderen van fijnstof uit de lucht veronderstelt de leverancier dat de techniek tevens lucht zuivert van micro-organismen als gevolg van het sterke elektrische veld in de koker. De bovenstaande techniek wordt tot nu toe vooral toegepast in overheidsgebouwen, (kleuter)scholen, ziekenhuizen, tandartsen, kapsalons, etc. Er zijn verschillende uitvoeringen van het systeem beschikbaar van klein ($125 \text{ m}^3/\text{uur}$) tot groot ($12.600 \text{ m}^3/\text{uur}$).

Het systeem is in 2009 geplaatst in een leghennenstal met voliëresystemen van het Proefbedrijf voor de Veehouderij te Geel (België). Daar was men, in verband met onderzoek naar verbeteren van arbeidsomstandigheden, op zoek naar een systeem om de stofconcentratie in de stal te reduceren. Indicatieve metingen door Het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO) in België van de persoonlijke blootstelling aan respirabel (PM4) en totaalstof (PM100) geven aan dat de stofconcentratie op ademhalingshoogte flink gereduceerd wordt (Cox, persoonlijke mededeling). Tijdens indicatieve metingen zag men dat de blootstelling aan respirabel en totaalstof gemiddeld 79 en 38% lager was bij het toepassen van het recirculatiesysteem met ionisatiefilter. De verwachting van de leverancier is dat de toepassing en uitvoering van de techniek in leghennenstallen verder kan worden geoptimaliseerd. De inschatting van de leverancier is dat de effectiviteit van het systeem nog verhoogd kan worden.

3 Indicatieve fijnstofmeting

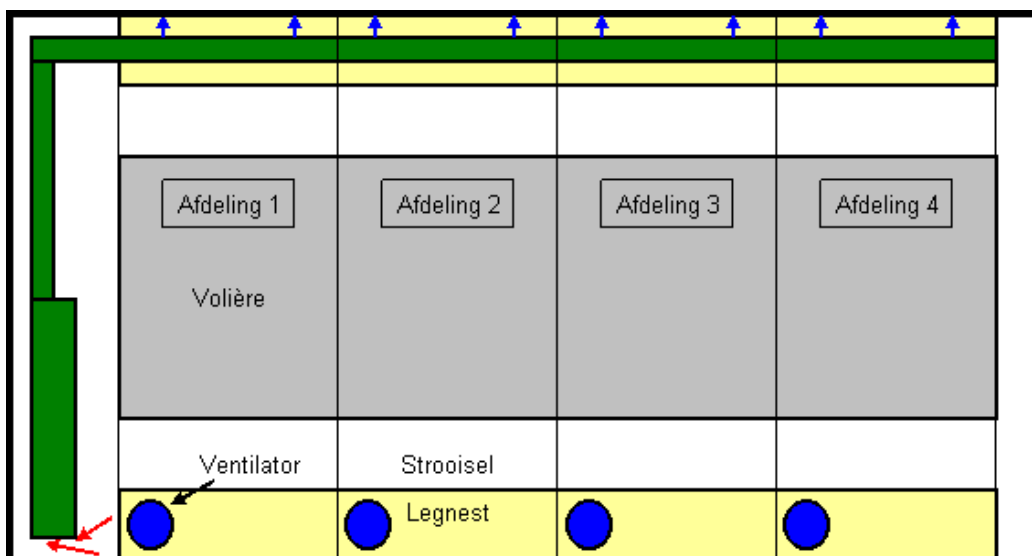
In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de stal, meetmethode en resultaten van de indicatieve fijnstofmetingen.

3.1 Bedrijfs- en stalbeschrijving

Om meer inzicht te krijgen in het potentiële verwijderingsrendement (uitgaande versus ingaande fijnstofconcentratie) en het effect op de fijnstofconcentratie in de stal zijn indicatieve fijnstofmetingen (PM10) verricht. De metingen zijn uitgevoerd bij Het Proefbedrijf voor de Veehouderij te Geel (België). Het Proefbedrijf voor de Veehouderij is het praktijkonderzoekscenrum van de provincie Antwerpen voor pluimvee. Op het bedrijf staan twee leghennenstallen met in totaal 10.000 dieren en twee vleeskuikenstallen met in totaal 24.000 dieren. De leghennenstallen zijn ieder verdeeld in twee afdelingen met verschillende huisvestingssystemen. De eerste set metingen zijn uitgevoerd op 21 en 22 december 2010 en de tweede set metingen zijn gedaan tussen 27 en 29 december 2010.

In één van deze afdelingen was een volièresysteem geplaatst waar in verband met onderzoek naar het verbeteren van de arbeidsomstandigheden het recirculatiesysteem met ionisatiefilter was geplaatst (Figuur 2). Deze afdeling was 33,9 meter lang en 6,1 meter breed en verdeeld in vier separate afdelingen. Per afdeling (7,25 meter lang en 6,10 meter breed) waren op 17 weken leeftijd 500 legkippen opgezet. In totaal zijn 2.000 legkippen opgezet en tijdens de metingen waren de dieren 57 weken oud. De verlichting ging 's morgens aan om 06.00 en na 16 uur dagperiode werd het licht weer uitgeschakeld (22.00 uur). De dieren kregen voer verstrekt om 06:05, 11:30, 13:00, 15:30 en 20:00 uur.

De afdeling werd geventileerd met vier nokventilatoren met een maximale capaciteit van elk 6.000 m³ per uur (Figuur 2). Tijdens de metingen werd door het buitenklimaat (koud) minimaal geventileerd met gemiddeld 0,63 m³ lucht per dierplaats per uur. De verse lucht kwam de afdeling binnen via kleppen in de zijwand. Verder werd gebruik gemaakt van een warmtewisselaar waarbij tijdens de meetperioden ongeveer 0,6 m³ per dierplaats per uur lucht onder de etages over de mest werd geblazen. Het recirculatiesysteem met ionisatiefilter was geplaatst in de achterruimte van de afdeling (Figuur 2). In deze figuur zijn de stal en het systeem schematisch weergegeven. De vuile lucht (rode pijlen) werd door het systeem via een instroomopening (50 bij 80 cm) aangezogen en de schone lucht (blauwe pijlen) werd via de buis in de stal boven het legnest gebracht. De buis had een diameter van 32 cm. Aan de onderkant van de buis bevonden zich 8 uitstroomopeningen (12 cm breed en 50 cm lang) die de schone lucht in de stal bracht. Het recirculatiesysteem met ionisatiefilter had een capaciteit van 1.800 m³ per uur (0,9 m³ per dierplaats per uur).



Figuur 2 Schematische weergave van het toegepaste recirculatiesysteem met ionisatiefilter bij Het Proefbedrijf voor de Veehouderij te Geel (België)

In Figuur 3 is een aantal foto's van het systeem weergegeven. De linkerfoto toont het rooster waardoor de vuile stallucht het systeem in wordt gezogen. De middelste foto toont het gedeelte van het systeem waar de ionisatie plaatsvindt. Rechts van het systeem is de afvoerbuis van de schone lucht te zien. De rechter foto toont de buis in de afdeling met één van de uitstroomopeningen waar de schone lucht in de stal wordt gebracht.

Het apparaat zoals bij het Proefbedrijf voor de Veehouderij te Geel was geplaatst stond 145 centimeter van de grond op steunen en was 235 centimeter lang, 140 centimeter hoog en 50 centimeter diep.



Figuur 3 Links: instroomopening van de vuile lucht van het systeem. Midden: recirculatiesysteem met ionisatiefilter met rechts het luchtkanaal dat naar de stal gaat. Rechts: luchtkanaal in de afdeling met een uitstroomopening

3.2 Meetmethode en -strategie

De massaconcentratie van PM10 stof (in mg/m^3) is gemeten met DustTrak apparaten (DustTrak TM Aerosol Monitor, model 8520, TSI Incorporated, Shoreview, USA), zie figuur 4. Voor aanvang van de metingen zijn de DustTraks gereinigd en gekalibreerd volgens de aanwijzingen van de fabrikant. In eerste instantie zijn metingen uitgevoerd in week 51 (21 en 22 dec. 2010). Doordat twijfels waren over de metingen zijn in week 52 (27, 28 en 29 dec. 2010) aanvullende metingen verricht.

Metingen 21 en 22 december 2010

Er zijn twee verschillende soorten metingen uitgevoerd:

1. Verwijderingsrendement van het systeem (uitgaande versus ingaande concentratie)
 2. Effect van het aan- of uit staan van het systeem op de stofconcentratie nabij het emissiepunt
- De PM10 concentratie werd elke seconde gemeten en minuutgemiddelde concentraties werden gelogd in het geheugen van de DustTrak.

Ad. 1: Verwijderingsrendement systeem

Om het verwijderingsrendement van het systeem te bepalen is de fijnstofconcentratie met twee DustTraks gemeten. Eén DustTrak werd bij het systeem in de voorruimte bij de instroomopening geplaatst en één DustTrak werd bij een uitstroomopening in de afdeling geplaatst (Figuur 4). De afstand tussen de DustTraks en de in- en uitstroomopeningen was ongeveer 50 centimeter. De metingen zijn op de eerste dag verricht tussen 13.15-14.45 uur. Op de tweede dag zijn de metingen gedaan tussen 08.45-10.15 uur. De DustTraks werden steeds na ongeveer een half uur meten verwisseld om effecten van apparaatverschillen op de resultaten te voorkomen. Dit werd per meting tweemaal herhaald.



Figuur 4 Opstelling tijdens de rendementsmeting van het systeem
 Links: DustTrak bij de instroomopening van het systeem
 Rechts: DustTrak bij één van de uitstroomopeningen

Ad. 2: Effect systeem op stofconcentratie nabij emissiepunt

Om het effect van het systeem op de stofconcentratie van de uitgaande lucht (emissie) te bepalen zijn metingen verricht met een DustTrak terwijl het systeem aan of uit stond. De DustTrak werd vlak bij het emissiepunt (nokventilator) opgehangen (Figuur 5). De DustTraks hingen op 50 centimeter afstand van de ventilator en 15 cm onder de ventilator. Dit om de DustTrak zo goed mogelijk in de horizontale luchtstroom van de ventilator te positioneren. De metingen zijn op de eerste dag verricht tussen 14.45 en 17.00 uur. Op de tweede dag zijn de metingen gedaan tussen 10.30 en 14.00 uur. De DustTraks werden niet verwisseld tussen de twee verschillende emissiepunten. Het recirculatiesysteem werd afwisselend aan- en uitgezet om de fijnstofconcentratie nabij het emissiepunt met zowel een werkend als niet-werkend systeem te kunnen vergelijken. De tijden van aan- en uitzetten werden genoteerd om naderhand de data (patroon in PM10-concentratie in de tijd) te kunnen analyseren. Tijdens de eerste dag werd het systeem afwisselend een half uur in- en uitgeschakeld. Dit werd tweemaal herhaald. Tijdens de tweede dag werd het systeem achtereenvolgens een half in-, een uur uit-, uur in- en een uur uitgeschakeld.



Figuur 5 Opstelling van de emissiemeting met uit- of aangeschakeld systeem: DustTrak bij de ventilatorkoker

Metingen 27, 28 en 29 december 2010

In week 52 zijn extra metingen uitgevoerd om het verwijderingsrendement en de werking van het systeem nogmaals vast te stellen. Na de eerste set metingen op 21 en 22 december 2010 waren twijfels gerezen over de juistheid van de meetopstelling en meetstrategie. T.a.v. de metingen van het verwijderingsrendement rezen er vraagtekens of de binnenkomende verse buitenlucht geen storende invloed had op de meting bij de uitstroomopeningen van het systeem (Figuur 4 rechts). De DustTrak was direct onder de inlaat van de buitenlucht gehangen en doordat deze lucht koud was werd deze mogelijk vermengd met de lucht die uit de uitstroomopening van het systeem kwam, met als mogelijk gevolg een onderschatting van de uitgaande PM10-concentratie en daarmee een overschatting van het rendement van het systeem.

Verder zagen we tijdens de eerste set metingen geen duidelijk verschil in de PM10-concentratie nabij het emissiepunt als het recirculatiesysteem in- of uitgeschakeld was. Verondersteld werd dat dit patroon niet goed zichtbaar was doordat het gedrag van de dieren (en dus de fijnstofproductie) gedurende de dag flink kan verschillen. Rond de middag vindt bijvoorbeeld veel stofbadgedrag plaats en op verschillende tijdstippen vond een voerbeurt plaats. Daarom werd besloten om extra metingen in week 52 uit te voeren om bovenstaande twijfels weg te nemen.

Tijdens de tweede set metingen werden opnieuw de volgende metingen verricht:

1. Verwijderingsrendement van het systeem (uitgaande versus ingaande concentratie)
 2. Effect van het aan- of uit staan van het systeem op de stofconcentratie nabij het emissiepunt
- De PM10 concentratie werd elke seconde gemeten en vijfminuutgemiddelde concentraties werden gelogd in het geheugen van de DustTrak.

Ad. 1: Verwijderingsrendement systeem

Om het verwijderingsrendement van het systeem te bepalen is de fijnstofconcentratie ditmaal met vier in plaats van twee (eerste set metingen) DustTraks gemeten. Twee DustTraks werden bij het systeem in de voorruimte bij de instroomopening geplaatst en twee DustTraks werden bij een uitstroomopening in de afdeling geplaatst waarbij een slangetje in het rooster van de uitstroomopening werd gestoken (Figuur 6, links). De afstand tussen de DustTraks en de instroomopening was ongeveer 50 centimeter. De metingen zijn continu uitgevoerd vanaf 27 december 2010 om 09:45 uur tot 29 december 2010 om 09:30 uur. Er waren geen mogelijkheden om de DustTraks te wisselen. Daarom is gekozen om de metingen in duplo uit te voeren om verschillen tussen de DustTraks zoveel mogelijk uit te sluiten.

Ad. 2: Effect systeem op stofconcentratie nabij emissiepunt

Om het effect van het systeem op de stofconcentratie van de uitgaande lucht te bepalen zijn metingen verricht met twee DustTraks terwijl het systeem aan of uit stond. De DustTraks werden vlak bij het emissiepunt (ventilator) opgehangen (Figuur 6, rechts). De DustTraks hingen opnieuw op 50 centimeter afstand van de ventilator en 15 cm onder de ventilator om de DustTraks zo goed mogelijk in de horizontale luchtstroom van de ventilator te positioneren. De metingen zijn continu uitgevoerd vanaf 27 december 2010 om 09:45 uur tot 29 december 2010 om 09:30 uur. Het recirculatiesysteem met ionisatiefilter stond bij aanvang van de metingen op 27 december 2010 ingeschakeld en werd op 28 december 2010 om 09:35 uitgeschakeld. De metingen werden gestopt op 29 december 2010 om 09:30 uur. Op die manier werd dus een dag gemeten aan de PM10 concentratie terwijl het recirculatiesysteem respectievelijk was in- en uitgeschakeld.

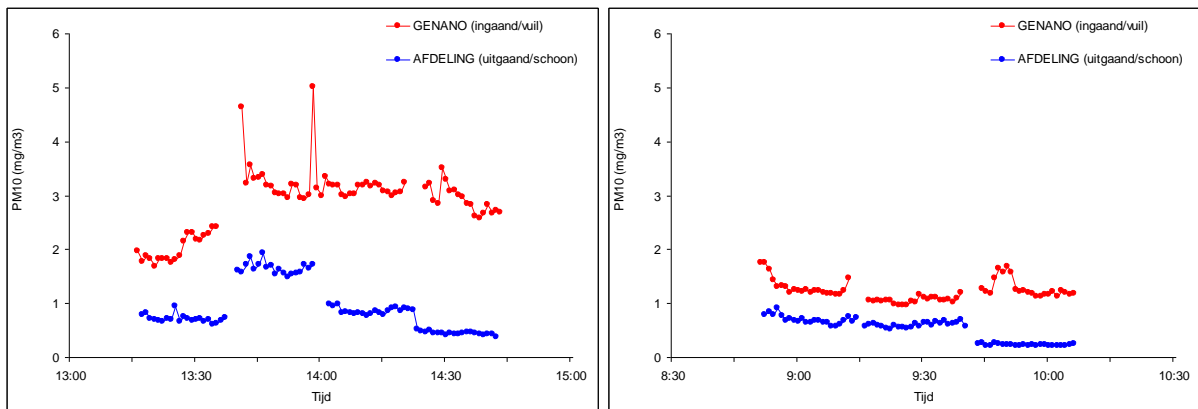


Figuur 6 Links: DustTraks met slangetjes in de uitstroomopening van het systeem
Rechts: DustTraks bij de ventilatorkoker

3.3 Resultaten en discussie

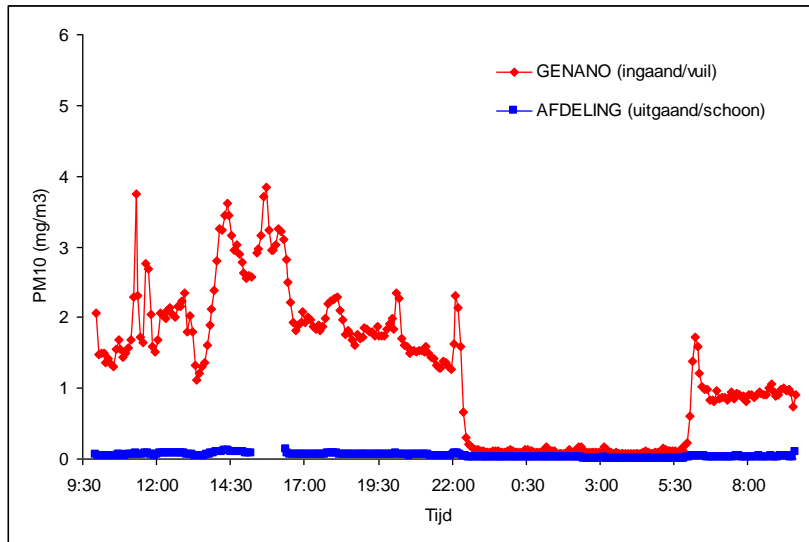
3.3.1 Verwijderingsrendement systeem

Bij de eerste set metingen werd een verwijderingsrendement door het recirculatiesysteem gemeten tijdens de eerste en tweede dag van respectievelijk 68 en 58% (Figuur 7). Het verschil in PM10-concentratie van de ingaande (vuile) lucht tussen de twee dagen is vermoedelijk toe te schrijven aan het verschil in activiteit van de dieren. In de middag zijn de dieren actiever op en in het strooisel met scharrelen en stofbaden. Over de resultaten in Figuur 7 rezen twijfels over de juistheid van de meting van de uitgaande (schone) luchtstroom uit de buis in de afdeling.



Figuur 7 Meting van de PM10 concentratie (mg/m^3) van de ingaande (vuile) en uitgaande (schone) lucht, uitgezet in de tijd. Links: resultaten van de eerste dag. Rechts: resultaten van de tweede dag

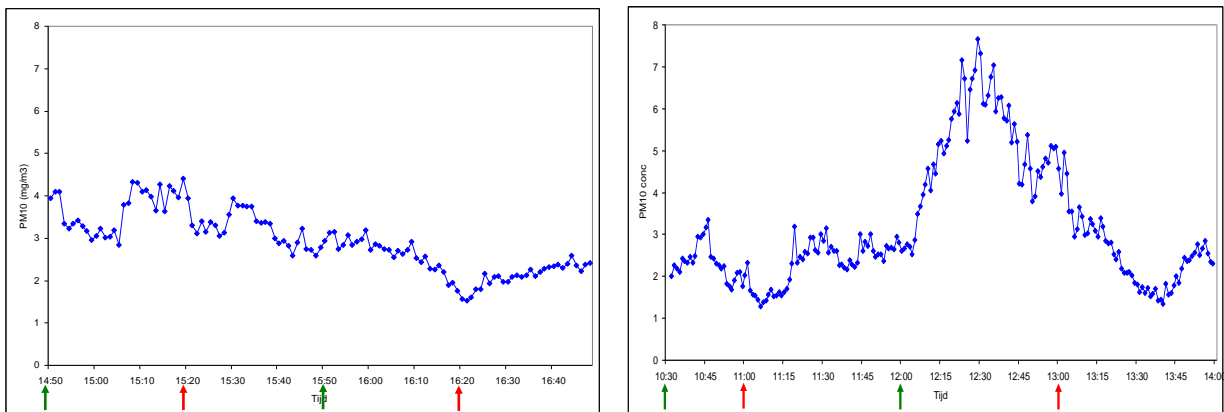
In Figuur 8 worden de resultaten weergegeven van de tweede set metingen in week 52. Uit Figuur 8 blijkt dat het verwijderingsrendement van het systeem tijdens de tweede set metingen hoger was (97%) dan tijdens de eerste set metingen (68 en 58%). Bij deze tweede set metingen werd de geschoonde lucht m.b.v. een slangetje direct uit de aanvoerkoker gezogen en bemonsterd. Bij de eerste set metingen hing de DustTrak op circa 50 cm afstand van de uitstroomopening van de gezuiverde lucht. In die 50 cm afstand is de gezuiverde lucht vermoedelijk vermengd geraakt met stofrijkere stallucht met een overschatting van de PM10 concentratie en een onderschatting van het verwijderrendement als gevolg. Uit de tweede set metingen blijkt dus een zeer hoog verwijderrendement over het systeem (uitgaand versus ingaand; 97%). Het verwijderrendement is dusdanig hoog dat de veronderstelling is dat door de hoge luchtsnelheid in de aanvoerbuis van het recirculatiesysteem er een kleine onderschatting van de PM10 concentratie is ontstaan.



Figuur 8 Meting van de PM10 concentratie (mg/m^3) van de ingaande (vuile) en uitgaande (schone) lucht, uitgezet in de tijd tijdens de tweede set metingen

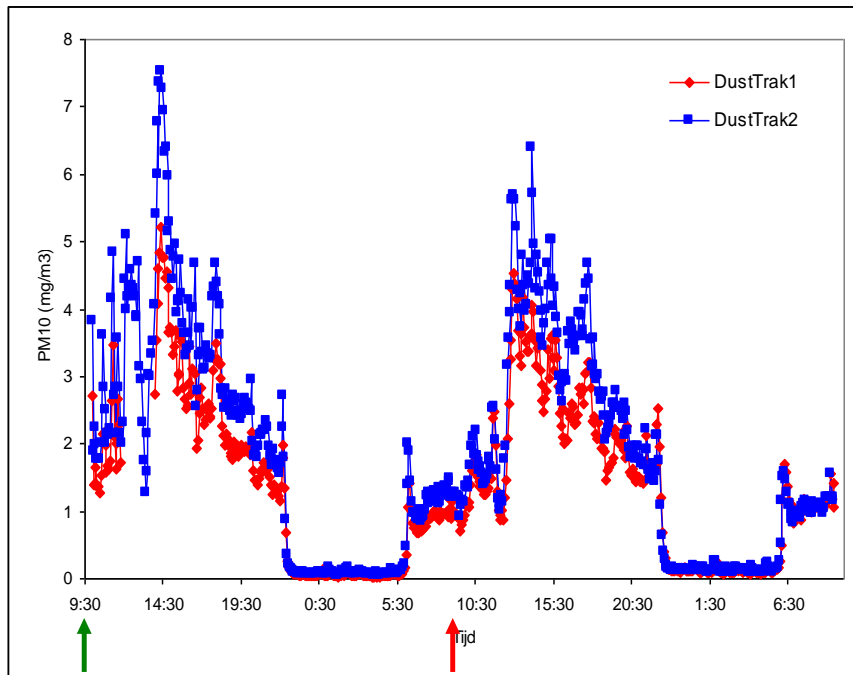
3.3.2 Effect systeem op stofconcentratie nabij emissiepunt

De resultaten van de eerste set metingen (week 51) staan weergegeven in figuur 9. In de linker figuur staan de resultaten van de eerste dag en de rechter figuur geeft de resultaten van de tweede dag. De groene pijlen geven het tijdstip weer waarop het recirculatiesysteem was ingeschakeld en de rode lijn geeft het tijdstip weer waarop het systeem werd uitgeschakeld. Uit de figuren blijkt geen duidelijk effect van het aan of uit staan van het systeem op de PM10 concentratie. Na uitschakelen van het systeem werd soms een verhoging en soms een verlaging van de PM10 concentratie waargenomen. Deze resultaten waren de aanleiding om aanvullende metingen aan het systeem uit te voeren.



Figuur 9 Meting van de PM10 concentratie (mg/m^3) van de uitgaande lucht (ventilatorcooker) in de tijd bij in- (groene pijl) of uitgeschakeld (rode pijl) recirculatiesysteem met ionisatiefilter. Links: metingen tijdens de eerste dag. Rechts: metingen tijdens de tweede dag

De resultaten van de tweede set metingen (week 52) worden weergegeven in Figuur 10. Ook uit deze metingen blijkt geen duidelijk verlagend effect van het aanschakelen van het systeem op de PM10 concentratie nabij het emissiepunt van de afdeling. De gemeten PM10 concentratie tijdens de eerste 24 uur (ingeschakeld systeem) was gemiddeld $1,561 \text{ mg}/\text{m}^3$ en tijdens de tweede 24 uur (uitgeschakeld systeem) $1,583 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dit is een verlaging van de PM10 concentratie nabij het emissiepunt van de afdeling van 1,3%.



Figuur 10 Meting van de PM10 concentratie (mg/m^3) van de uitgaande lucht (ventilatorroker) in de tijd gedurende tweemaal 24 uur bij in- (groene pijl) of uitgeschakeld (rode pijl) recirculatiesysteem met ionisatiefilter

De discrepantie tussen het hoge verwijderingsrendement van het recirculatiesysteem (97%) en het achterwege blijven van een effect op de PM10 concentratie nabij het emissiepunt van de afdeling behoeft een verklaring. Verondersteld wordt dat door het inschakelen van het recirculatiesysteem een aantal niet voorziene processen in gang werden gezet waardoor de PM10 concentratie bij de ventilatorroker werd beïnvloed:

- Tijdens de fijnstofmetingen werd minimaal geventileerd. Slechts één van de vier hoofdventilatoren was ingeschakeld en dan nog op de laagste stand. Dit kwam doordat de buitentemperatuur laag was. Gemiddeld over alle metingen was de buitentemperatuur $0,5\text{ }^\circ\text{C}$. Gedurende de metingen werd door de ventilator gemiddeld 1.250 m^3 lucht per uur ($0,63\text{ m}^3/\text{uur}$ per dierplaats) geventileerd. Naast de hoofdventilatie was de stal uitgerust met een warmtewisselaar met een totale capaciteit van 1.205 m^3 lucht per uur ($0,6\text{ m}^3/\text{uur}$ per dierplaats). Totaal werd dus slechts $1,23\text{ m}^3$ lucht per uur per dierplaats geventileerd.
- Het lage ventilatieniveau gaf in de situatie bij een uitgeschakeld recirculatiesysteem mogelijk een ongelijke verdeling van de inkomende schone buitenlucht. Het is niet ondenkbaar dat bij een uitgeschakeld recirculatiesysteem in bepaalde gedeelten van de stal zogenaamde “blinde vlekken” ontstonden. Met blinde vlekken wordt bedoeld dat er op bepaalde plekken op het strooisel door het lage ventilatieniveau nauwelijks uitwisseling van schone en vuile lucht ontstond. Het daar aanwezige fijnstof bleef daardoor mogelijk boven het strooisel zweven zonder afgevoerd te worden. Bij inschakelen van het systeem vond veel actievere uitwisseling van schone en vuile lucht plaats waardoor bij een ingeschakeld systeem er meer PM10 werd gemeten in de uitgaande lucht bij de ventilatorroker.
- Bovenstaande zal zeker bij het lage ventilatieniveau een grotere invloed hebben dan bij een laag ventilatieniveau. Tijdens de fijnstofmetingen was de capaciteit van het recirculatiesysteem relatief hoog ten opzichte van de stalventilatie (0,9 t.o.v. 1,23).

Bovenstaand proces vormt mogelijk een verklaring voor het lage effect van het recirculatiesysteem op de PM10 concentratie nabij het emissiepunt. Aan de ene kant is de verwachting dat door het hoge verwijderingsrendement (97%) van het systeem de PM10 concentratie in de stallucht zal dalen. Aan de andere kant echter zal de toenemende luchtbeweging door het inschakelen van het recirculatiesysteem meer uitwisseling van schone en vuile lucht geven. De inschatting is dat deze twee processen, vooral bij lage stallucht ventilatie, elkaar bijna opheffen. Bij een hogere stallucht ventilatie is de verwachting dat dit niet het geval is.

4 Beoordeling effectiviteit en inzetbaarheid voor de praktijk

In dit hoofdstuk wordt op basis van de indicatieve metingen, beschrijvingen en ervaringskennis, een inschatting gemaakt van de effectiviteit en inzetbaarheid in de praktijk.

1. Verwijderingsrendement PM10

Uit de indicatieve metingen (hoofdstuk 3) blijkt dat het ionisatiefilter in het recirculatiesysteem een verwijderingsrendement heeft van 63 tot 97%. De verwachting is dat het werkelijke rendement tussen de 80 en 90% zal liggen. Echter uit metingen nabij het emissiepunt bleek geen effect op de fijnstofemissie. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat het recirculatiesysteem zelf weer emissie veroorzaakt. Hierdoor wordt een deel van het filtereffect weer teniet gedaan. De veronderstelling is dat dit vooral bij lage stallucht ventilatiedebieten optreedt, en dat zijn de omstandigheden waarbij is gemeten. Aanvullend onderzoek naar de effecten van luchtrecirculatie op extra stofgeneratie en stalemissie is noodzakelijk om de effectiviteit van deze benadering in praktijksituaties te kunnen verbeteren.

2. Toepasbaarheid in bestaande stallen

Doordat het systeem onafhankelijk opereert van het ventilatiesysteem kan het in principe in alle pluimveestallen worden geplaatst.

3. Jaarkosten

Het systeem met een capaciteit van 1.800 m³ per uur, zoals bij het Proefbedrijf geïnstalleerd is, vergt een totale investering tussen € 18.000,- en € 20.000,-. Dit is een investering van € 9,- tot € 10,- per leggen. Dit betekent dat de jaarkosten (15% voor afschrijving, onderhoud en rente) op ca. € 1,40 per leggen komen. Voor grootschalige toepassing moet het investeringsbedrag voor dit systeem, volgens de fabrikant, naar beneden kunnen. Het systeem zoals opgesteld bij het Proefbedrijf heeft een capaciteit die ongeveer gelijk is aan de minimum ventilatiebehoefte van de kippen.

Legkippen met een maximaal lichaamsgewicht van 1,8 kg en een maximaal ventilatiedebiet van 3,6 m³ per uur per kilogram hebben een geïnstalleerd debiet van 6,5 m³ per dier per uur. Als het volledig geïnstalleerd debiet gedekt moet zijn door het recirculatiesysteem is een grote capaciteit nodig. Voor bijvoorbeeld een scharrelstal met een gemiddeld aantal van 7.500 dieren (KWIN 2009-2010) is dan in totaal een capaciteit van 48.600 m³ per uur nodig. Verder zijn er nauwelijks kosten voor arbeid en onderhoud. Wel zijn er additionele kosten om het spoelwater af te voeren. In totaal worden de jaarkosten momenteel geschat op € 1,50 per leggen. Mogelijk dat dit in de toekomst met een vereenvoudigde versie van het systeem lager kan worden.

4. Mechanische stabiliteit

Het systeem is stabiel, makkelijk te installeren en robuust met weinig storingsgevoelige onderdelen.

5. Reinigbaarheid

Het systeem zoals bij het Proefbedrijf is geïnstalleerd, is in anderhalf jaar tijd slechts eenmaal inwendig schoongemaakt. Dit reinigen van het systeem is eenvoudig uit te voeren en kost niet meer dan een dagdeel. Mogelijk dat frequenter schoonmaken in de praktijk noodzakelijk is om het verwijderingsrendement van het systeem op een goed niveau te houden. Het systeem is uitgevoerd met een spoelsysteem en het afvalwater moet opgeslagen en afgevoerd worden.

6. Arbeid

Het systeem vergt nauwelijks arbeid. De totale arbeidsduur voor controle, schoonmaken en onderhoud worden geschat op minder dan 10 uur per jaar.

7. Combinatie met fijnstofreducerende technieken

Omdat het systeem onafhankelijk van de ventilatie werkt en in de stal opereert is het mogelijk om het systeem te combineren met andere fijnstofreducerende technieken. Dit kunnen end of pipe technieken zoals wassers zijn, maar het systeem kan ook gecombineerd worden met maatregelen op stalniveau (aanbrengen van een water- of oliefilm op strooisel).

8. Afwenteling

Er zijn enkele aandachtspunten m.b.t. afwenteling:

1. Het systeem kent enig elektriciteitsverbruik van de ventilator (80 W). Het verwachte elektriciteitsverbruik is echter minimaal.
2. Het afgevangen stof (orde van grootte: tonnen per bedrijf per jaar) dient met enige regelmaat te worden verwijderd uit de opvangbakken. Onduidelijk is waar dit product kan worden afgezet of gebruikt.

9. Implementatietijd

Het is een bestaand systeem waarbij al anderhalf jaar ervaring is opgedaan in een volièrestal voor leghennen. Het systeem kan op korte termijn beschikbaar komen voor ondernemers in de pluimveehouderij.

10. Controleerbaarheid

Het systeem moet worden uitgerust met een verzegelde kilowattenteller om het te kunnen controleren/verifiëren.

Tabel 1 Samenvatting van de beoordeling van het recirculatiesysteem met ionisatiefilter als potentiële stofreductie techniek

Parameter	Score
1. Verwijderingsrendement PM10	0?
2. Toepasbaarheid	+
3. Jaarkosten	- -
4. Mechanische stabiliteit	++
5. Reinigbaarheid	++
6. Arbeid	++
7. Combinatie met fijnstofreducerende technieken	++
8. Afwenteling	+
9. Implementatietijd	++
10. Controleerbaarheid	+

Score: --, -, -/+, + en ++

5 Conclusies

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Uit indicatieve fijnstofmetingen (PM10) aan het ionisatiefilter van het systeem zoals geplaatst in een volièrestal voor legkippen bij het Proefbedrijf voor de Veehouderij blijkt een verwijderingsrendement over het filter voor PM10 van 63 tot 97%. De verwachting is dat het werkelijke rendement tussen de 80 en 90% zal liggen.
- Er werd geen reductie gevonden van de fijnstofconcentratie (PM10) in de geëmitteerde lucht bij de ventilatorkoker bij het wel of niet toepassen van het ionisatiefilter.
- In het onderzoek kon niet met zekerheid vastgesteld worden waarom de verwijdering van stof via recirculatie door het filter geen effect sorteerde op de stalemissie. Het is mogelijk dat het ontbreken van dit effect wordt veroorzaakt door het recirculatiesysteem. Het terugbrengen van gereinigde lucht creëert mogelijk extra stof. Hierdoor wordt een deel van het filtereffect weer teniet gedaan. De veronderstelling is dat dit vooral bij lage ventilatiedebieten kan optreden. Tijdens de betreffende metingen was sprake van een laag ventilatieniveau.
- Voor een succesvolle toepassing van een verwijderingsfilter in een intern recirculatiesysteem is inzicht in de effecten op extra stofgeneratie gewenst. .
- Het systeem is toepasbaar bij alle bestaande pluimveestallen doordat het onafhankelijk van de ventilatie moet worden geïnstalleerd.
- De jaarkosten van het systeem worden geraamd op ongeveer € 1,50 per leggen.
- Het systeem kent relatief weinig complexe technieken, vergt minimale arbeid en kan worden toegepast met andere reductietechnieken zoals bijvoorbeeld end-of-pipe systemen.
- Enige afwenteling vindt plaats door elektriciteitsverbruik. Onduidelijk is hoe het afgevangen stof kan worden afgezet of gebruikt.

Literatuur

- Buisonjé, F.E. de en A.J.A. Aarnink, 2008. Opties voor reductie van stofemissies in pluimveestallen. Rapport 128, Animal Sciences Group, Wageningen UR.
- KWIN-Veehouderij, 2009. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2009-2010. Animal Sciences Group, Lelystad.
- Ogink, N. en A.J.A. Aarnink, 2009. Plan van aanpak bedrijfsoplossingen voor fijnstofreductie in de pluimveehouderij. Rapport 113, Animal Sciences Group, Wageningen UR.



Wageningen UR Livestock Research

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

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