

# Eindrapportage ‘Mestschuifel en stofbadhuis’



Projectleider: Anne-Jo Smits (Poultry Expertise Centre)

Rapport geschreven met input van: Bram Bos (Wageningen Livestock Research), Bastiaan Vroegindeweyj (Livestock Robotics), Roy Boeren (Geerts Chaam)

Datum: 23-12-2025

## Samenvatting

In fase B van het project Mestschuifel en Stofbadhuis is de Mestschuifel in een kleine biologische legpluimveestal getest en verder ontwikkeld met als doel deze techniek praktijkrijp te maken als bronmaatregel voor emissiereductie. De praktijktest bood ruimte om het systeem stapsgewijs te optimaliseren, met specifieke aandacht voor de mestafvoer, aansturing en inpassing in bestaande stallen. Dit resulteerde aan het einde van fase B in een stabiel werkend systeem.

Indicatieve metingen laten zien dat de Mestschuifel leidt tot een duidelijke reductie van ammoniakemissie uit de scharrelruimte, in de orde van 40–70% ten opzichte van traditioneel meststrooisel. Voor fijnstof bleek de toegepaste meetmethode op strooisellaagniveau onvoldoende geschikt, waardoor het effect op fijnstofemissie in fase C op stalniveau verder onderzocht moet worden.

Het Stofbadhuis functioneerde in deze proefstal anders dan in eerdere proeven. Het gebruik bleek sterk afhankelijk van omgevingsfactoren zoals licht, beschutting en de aanwezigheid van alternatieve stofbadplekken. Hoewel later in de ronde een toename in gebruik werd waargenomen, is aanvullend onderzoek nodig om het concept robuust toepasbaar te maken.

De resultaten van fase B leveren belangrijke technische en inhoudelijke inzichten op en vormen een solide basis voor fase C, waarin opschaling en protocollaire emissiemetingen onder commerciële omstandigheden centraal staan. De aanvraag voor fase C is inmiddels ingediend.

## Inhoud

Samenvatting.....	2
1. Aanleiding en doelstelling .....	4
2. Aanpak en uitvoering .....	5
2.1. Voorbereiding en selectie proeflocatie .....	5
2.2. Ontwerp, ontwikkeling en installatie.....	5
2.3. Praktijktest en monitoring.....	5
3. Activiteiten en bereikte resultaten.....	8
3.1. Ontwikkeling mestschuifel .....	8
3.2. Ontwikkeling stofbadhuis.....	10
3.3. Hygiënisatie scharrelsubstraat .....	12
3.4. Diergedrag .....	12
3.5. Metingen.....	13
3.6. Promotie.....	14
4. Financiën.....	15
5. Discussie en conclusie .....	16

# 1. Aanleiding en doelstelling

De pluimveesector staat al jaren voor een dubbele uitdaging: het terugdringen van emissies (ammoniak, fijnstof en geur) én het verbeteren van dierenwelzijn en stalklimaat. In bestaande stalsystemen vormt vooral de mest in de scharrelruimte de grootste bron van emissies. Onder gangbare klimaatcondities in pluimveestallen wordt urinezuur uit die mest omgezet in ammoniak, en leiden de drogere fijne mestdeeltjes in combinatie met het scharrel- en stofbadgedrag van de kippen tot opwerveling en uiteindelijk emissie uit de stal van fijnstof. Het tegengaan van ammoniak door mest extreem droog te houden zorgt voor minder pootproblemen, maar meer fijnstof. Deze spanningen tussen milieu, gezondheid en dierenwelzijn en -gezondheid maken dat er in de praktijk tot nu toe geen echte bronmaatregelen beschikbaar zijn.

De overgang van legbatterijen naar scharrelhuisvesting heeft ons geleerd dat maatregelen die het welzijn verbeteren kunnen leiden tot hogere emissies. De sector is daarom op zoek naar bronaanpakken die op meerdere aspecten winst opleveren: emissiereductie, beter stalklimaat en het mogelijk maken van soorteigen gedrag van dieren

In eerdere kleinschalige experimenten (Fase A) is aangetoond dat twee innovaties, de Mestschuifel, die mest dagelijks uit de scharrelruimte verwijdert, en het Stofbadhuis, dat een aparte functionele stofbadruimte biedt, technisch functioneren en aantrekkelijk zijn voor kippen. Door frequent verwijderen van mest wordt de bron van emissies weggenomen, terwijl het Stofbadhuis dieren de mogelijkheid biedt tot volledig stofbadgedrag in een schone, geschikte en diepere substraatlaag. Uit de eerste proefopstellingen bleek dat dieren deze voorziening sterk prefereren boven stofbaden in reguliere mest-strooisel.

Deze positieve resultaten vormden de aanleiding om beide innovaties te combineren en op praktijkniveau te testen. Fase B richtte zich op een praktijkproef in een kleinschalige legpluimveestal, met focus op technische robuustheid, diergedrag, emissiereductie en gebruikservaringen van pluimveehouders. In fase B waren de doelstellingen als volgt:

1. De Mestschuifel en het Stofbadhuis als bronaanpak voor emissiereductie *praktijkrijp maken* voor de legpluimveehouderij in brede zin.
2. Daartoe de robuuste werking van Mestschuifel en stofbadgelegenheid *testen en demonstreren* als gecombineerde toepassing in de legpluimveehouderij, met als ontwerpuitgangspunt bestaande volièresystemen
3. Daartoe ook een of meerdere reinigingsmogelijkheden voor het scharrelsubstraat identificeren en waar nodig testen, met het oog op veterinaire en voedselveiligheids-technisch verantwoord hergebruik in verschillende rondes.

## 2. Aanpak en uitvoering

De uitvoering van Fase B was ingericht om de Mestschuifel en het Stofbadhuis als gecombineerde bronaanpak onder praktijkomstandigheden te testen, verder te ontwikkelen en te optimaliseren. De aanpak bestond uit drie hoofdelementen: installatie en technische ontwikkeling, langdurige praktijktest met monitoring, en onderzoek naar reiniging/hygiëniseratie van het substraat.

### 2.1. Voorbereiding en selectie proeflocatie

In de voorbereidingsfase is een geschikte legpluimveestal gevonden in de provincie Gelderland met:

- Ongeveer 3.000 leghennen;
- Een beunsysteem;
- Voldoende leegstand om installatie en proefdraai mogelijk te maken;
- Bouwkundige ruimte voor afstortgoten, aandrijftechniek en benodigde infrastructuur;
- Mogelijkheid voor case-control metingen binnen de stal.

De proeflocatie vormde de basis voor het uitwerken van het definitieve ontwerp van beide innovaties.

### 2.2. Ontwerp, ontwikkeling en installatie

Op basis van de eerdere kleinschalige proeven (Fase A) is het ontwerp van de Mestschuifel en Stofbadhuis aangepast voor toepassing op praktijkniveau en in de specifieke proeflocatie. Beide systemen zijn tijdens de leegstand ingebouwd en voorafgaand aan de opzet getest op functionele werking.

### 2.3. Praktijktest en monitoring

Na installatie was de praktijktest gericht op het langdurig volgen van technische werking, diergedrag en emissies, overeenkomstig de doelstellingen van Fase B.

Voor technische monitoring werd de werking van het systeem gevolgd op:

- Storingen
- Slijtage en onderhoudsbehoefte
- Technisch correct functioneren
- Zandverlies in het Stofbadhuis

Dierobservaties vonden tijdens de proefperiode plaats om te beoordelen of en hoe de hennen:

- Scharrel- en exploratiegedrag uitvoeren in het houtsnippersubstraat
- Het stofbadhuis gebruiken
- Invloed hadden op de werking van de mestschuifel

Om de potentiële emissiereductie te kunnen inschatten zijn in de periode januari tot juni 2025 door Wageningen Livestock Research indicatieve metingen uitgevoerd aan de ammoniakemissie uit de strooisellaag. Daartoe is op zes verschillende dagen case-control gemeten wat de emissie van ammoniak is op meerdere plekken op beide substraten. Enerzijds in het scharrelgebied dat voorzien was van houtsnippers en de mestschuifel (de *case*), anderzijds in het scharrelgebied aan de andere zijde van de stal zonder mestschuifel waar zoals gebruikelijk een laag meststrooisel lag (de *control*).

Metingen vonden plaats met de dynamische box methode. Hierbij wordt een meetbox over het strooiseloppervlak geplaatst, waardoor lucht wordt gezogen (Figuur 1). De afmetingen van de box zijn 60 x 40 x 15 cm (l x b x h), de oppervlakte 0,24 m<sup>2</sup> en de inhoud 0,036 m<sup>3</sup>. Lucht werd aangevoerd via een flexibele slang van buiten het gebouw, op ruime afstand om te zorgen voor schone lucht. De hoeveelheid lucht werd zo veel mogelijk constant gehouden op ca. 10 m<sup>3</sup> /uur met behulp van een meetwaaier met terugkoppeling. De exacte waarden van de meetwaaier werden vastgelegd en gebruikt voor de berekening van de luchtdoorvoer in de afzonderlijke metingen. De concentraties van NH<sub>3</sub> in de uitgaande lucht werden gedurende de bemonsteringsperiodes gemeten. De meetbox werd na 15 minuten verplaatst naar de volgende plek op het substraat. Per case en control werden op vijf verschillende plekken metingen verricht.

Uit de gemeten luchtdoorvoer en de concentraties werden de emissies van het strooiseloppervlak berekend. Let wel: deze methode is geschikt om verschillen in emissie vanaf oppervlakten vast te stellen, maar niet om absolute emissies vanuit een stal (emissiefactor) te bepalen. Bij de dynamische box methode wordt ervan uitgegaan dat gedurende de meting het debiet door de box en het vrijkomen van het te meten gas constant zijn. Hierdoor ontstaat na enige tijd (veelal enkele minuten) een evenwichtsconcentratie in de meetbox (stabilisatietijd).

Een verdere beschrijving van de meetmethodiek met de dynamische meetbox (fluxkamer) is te vinden in Mosquera et al. (2010).



*Figuur 1: De dynamische boxmethode toegepast tijdens metingen op de substraatlaag in de scharrelruimte mét mestschuifel in Lunteren.*

In de uitgaande lucht werd de luchtsamenstelling gemeten met behulp van een Gasera One (eerste twee geslaagde metingen) of een Dräger p8000 NH<sub>3</sub>-sensor (laatste vier metingen). Beide apparaten maken het mogelijk de concentratie ammoniak te meten.

Er is geprobeerd om ook de fijnstof-reductie te bepalen, met een speciaal voor dit project ontworpen 'KipStofSimulator'. Dit is een doos met mechanische kippenpootjes die het strooisel omwoelen, alsof het een scharrelende kip is. Op die manier wordt aerosolisatie van fijnstof gesimuleerd uit de strooisellaag door het scharrelgedrag van kippen, waarvan bekend is dat het (samen met stofbadgedrag) de primaire oorzaak is dat fijnstof in de lucht van een kippenstal komt. Deze box wordt aangesloten op Dusttracks die de fijnstofconcentratie meten en loggen (zie foto hieronder).



*Figuur 2: Kipstofsimulator met Dusttracks*

### 3. Activiteiten en bereikte resultaten

#### 3.1. Ontwikkeling mestschuifel

In december 2023 is de Mestschuifel geïnstalleerd in een kleine biologische leghennenstal in de provincie Gelderland. Het gaat om een stal met traditionele beun en ruimte voor 2700 kippen, een overdekte uitloop en een buitenuitloop. Drie Stofbadhuizen werden in dezelfde periode in de overdekte uitloop geplaatst. De Mestschuifel is geïnstalleerd in één van de twee scharrelpaden aan weerszijden van de beun, zodat (vergelijkende) case-control metingen op het niveau van de strooisellaag kunnen worden uitgevoerd (zie figuur 4).



*Figuur 3: Schematische proefopstelling praktijkstal Eck-stra in Lunteren (links), de stofbadhuizen in de wintergarten (midden-boven) en de mestschuifel in de scharrelruimte, inclusief houtsnippers en de aandrijfunit (midden-onder en rechts).*

Na een reeks aanpassingen aan het afstort- en afvoersysteem is uiteindelijk gekozen voor een systeem met een platte ketting met meenemers, zowel voor de afvoer vanuit de stal als de opvoer naar de opslagbak. Sinds de installatie hiervan in de herfst van 2024 werkt dit systeem grotendeels probleemloos. Vanwege de beperkte beschikbare ruimte is gekozen voor de kleinst mogelijke uitvoering, hoewel een iets grotere variant wenselijk zou zijn voor een stabielere werking.

Wanneer de Mestschuifel draait, wordt in enkele uren tijd veel mest afgevoerd en het substraat zichtbaar schoner. In fase B kwamen daarnaast twee belangrijke inzichten naar voren:

1. Het houtige substraat hoopt zich op aan de kopse kanten van de werkgang, omdat de kippen het onvoldoende terug de stal in werken. Dit is opgelost door op die plekken een holle keerwand te plaatsen. Hierdoor wordt de ophoping als een 'boeggolf' over de Mestschuifel geduwd en verspreidt het substraat zich in de retourgang weer gelijkmatig. Door de schuifel daarbij meerdere malen een korte

afstand terug te laten lopen (getest via handbediening) werd dit effect versterkt. Ophoping aan de kopse kant is daarmee effectief voorkomen.

2. Sommige kippen blijken te 'bevriezen' als de golf aan houtsnippers langskomt, en raken dan vast tussen de snippers. Dit gebeurt vooral in het eerste deel van de middag en lijkt samen te hangen met hun dagelijkse gedragspatroon. Ook de vorm van de Mestschuifel speelt een rol: bij een rechte schuifel is de snippergolf hoger, wat tot meer bevrozingsgevallen leidt. In het vervolg is mede daarom gekozen voor een diamantvormige schuifel, waarbij dit probleem minder vaak optrad.



*Figuur 4: Opstelling van de mestschuifel-aandrijving, met voorin in grijs de keerwand, en daarachter de aandrijving en kabelwielen onder een houten kast. Bovenin de elektra-voorziening en besturingskast.*

De Mestschuifel draait inmiddels ruim anderhalf jaar in de stal. Het blijkt bijzonder waardevol om het systeem in een kleine praktijkstal te testen: Geerts-Chaam en Livestock Robotics hebben zo eenvoudig aanpassingen kunnen doorvoeren die nodig zijn om de werking verder te optimaliseren. Het basisprincipe blijkt ook op deze schaal goed te functioneren en een groot deel van de praktische uitdagingen is inmiddels opgelost.

Tijdens fase B zijn waar mogelijk technische verbeteringen doorgevoerd. Aan het einde van deze periode resulteerde dit in een stabiel werkend systeem dat meer dan 2 maanden zonder noemenswaardige storingen heeft gedraaid. Enkele belangrijke verbeteringen betroffen onder meer:

- Het vervangen van de oorspronkelijke afvoervijzel door achtereenvolgens een transportband en uiteindelijk een systeem met een ketting en meenemers.
- Het testen van verschillende schuifelvormen om invloed op mesttransport, substraatophoping en diergedrag te beoordelen. De diamantvorm bleek

uiteindelijk het meest geschikt, mede doordat er ruimte ontstaat voor de kabel én er minder ophoping van houtsnippers plaatsvindt.

- Het plaatsen en testen van meerdere varianten keerwanden.
- Het verkennen van de invloed van aansturing en loopgedrag van de schuifel op de effectiviteit van het systeem.

Naast deze verbeteringen is tijdens de testperiode ook duidelijk geworden welke aanvullende aanpassingen wenselijk zijn voor verdere optimalisatie in fase C. Vanwege ruimtegebrek en de aard van de aanpassingen konden deze nog niet in de huidige installatie worden doorgevoerd, maar de onderliggende principes zijn al handmatig getest:

1. Een aangepaste positionering van de afvoergoot, zodat de schuifel er volledig overheen kan lopen. Dit zou het percentage mest dat daadwerkelijk wordt afgevoerd vanuit de mestschuifel aanzienlijk kunnen verhogen: momenteel ligt dit rond de 10–15% van de verzamelde hoeveelheid, terwijl dit met deze aanpassing naar verwachting kan stijgen tot boven de 50%.
2. Meerdere keren per cyclus over de afvoer bewegen. Dit heeft twee voordelen: er wordt meer materiaal afgevoerd én de houtsnippers bij de keerwand worden beter terug de stal ingebracht.
3. Een aangepaste plaatsing van de eindschakelaars, met name de schakelaar die nu dicht achter de keerwand is geplaatst en daardoor gevoelig is voor verstoring door houtsnippers. Door deze op grotere afstand te positioneren (zoals al het geval is bij de andere schakelaar), kan het risico op storingen verminderd worden.

Het doorvoeren van deze functionele verbeteringen vereist ook aanpassing van de software. De huidige software is lastig aan te passen, maar voor een volgende generatie van de Mestschuifel wordt gewerkt aan een nieuwe versie waarin deze optimalisaties eenvoudiger geïntegreerd kunnen worden.

### 3.2. Ontwikkeling stofbadhuis

In de proefstal zijn in het najaar 2023 ook drie Stofbadhuizen geplaatst, tegelijkertijd met het installeren van de Mestschuifel. Deze staan in de overdekte uitloop, die bereikbaar is via meerdere uitloophuizen in de muur van het scharrelgebied waar de Mestschuifel zich bevindt. De drie stofbadhuizen hadden bij de start van de testfase allemaal dezelfde uitvoering, vergelijkbaar met die in de succesvolle eerdere proef. Wel is hier gecorrigeerd voor de ondercapaciteit in de eerdere proef, met nu 13m<sup>2</sup> ruimte voor 2700 hennen tegen 3.25m<sup>2</sup> voor 6000 hennen eerder. In elk Stofbadhuis hangt verlichting en zijn camera's opgehangen die het gebruik registreren. Nadat in de eerste twee maanden bleek dat de stofbadhuizen nauwelijks gebruikt werden, zijn variaties aangebracht: één Stofbadhuis staat nu lager bij de grond, één Stofbadhuis heeft geen loshangende doorzichtige flappen bij de ingang, en één Stofbadhuis is aan de buitenzijde dichtgemaakt met zwart zeil tegen tocht. Dit leidde echter nauwelijks tot meer gebruik. Gedurende vier maanden heeft vervolgens een stagiaire vanuit HAS Green Academy

gedragsonderzoek uitgevoerd naar het gebruik van de Stofbadhuizen (rapport wordt als bijlage meegestuurd). Tijdens het gedragsonderzoek zijn tellingen gedaan van het aantal kippen in de Stofbadhuizen en in het meststrooisel op de referentieplek. Aanvullend zijn gedragswaarnemingen uitgevoerd.

Om beter te begrijpen waarom het stofbadhuis weinig werd gebruikt, is overleg gevoerd met Thea van Niekerk van WLR, expert op het gebied van pluimveegedrag. Uit dit overleg bleek dat meerdere factoren van invloed kunnen zijn op het stofbadgedrag van de dieren. Belangrijke aspecten zijn de lichtintensiteit en aanwezigheid van daglicht (inclusief UV), de laagdikte en geschiktheid van het strooiselmateriaal, de mate van beschutting, de bekendheid van de dieren met het stofbadhuis en hun individuele voorkeuren.

In de betreffende proefstal bleken diverse alternatieve plekken beschikbaar te zijn die gunstig waren voor stofbaden, zoals de buitenuitloop en goed beschutte delen van de stal en de wintergarten, waar een relatief dikke laag strooisel aanwezig was. Dit contrasteerde met de eerdere testlocatie van het Stofbadhuis, die zich bevond in een grote open binnentuin met slechts een beperkte strooisellaag. Daarnaast konden ook specifieke kenmerken van het aanwezige koppel een rol hebben gespeeld, zoals onbekendheid of individuele voorkeuren.

Omdat veel van deze factoren lastig direct aan te passen waren, is besloten de focus in het project te verleggen naar de verdere ontwikkeling van de Mestschuifel. Het stofbadhuis is wel in de stal blijven staan, met het voornemen om het gebruik in een later stadium of op een andere locatie opnieuw te evalueren.

Doordat het koppel na de analyse in de zomer van 2024 nog bijna een jaar in de stal verbleef, kon het gedrag alsnog op de langere termijn worden gemonitord. Hoewel dit niet strikt protocollair gebeurde, viel vanaf april/mei 2025 op dat het gebruik van het stofbadhuis toenam. Regelmatig werden groepen van 5 tot 10 dieren per stofbadhuis waargenomen, met op sommige momenten in totaal 15 dieren die gelijktijdig aan het stofbaden waren, verdeeld over drie huisjes.

Hoewel dit nog niet het gebruiksniveau is dat in eerdere proeven werd gezien, wijst het er wel op dat de dieren in de loop van de tijd geleerd hebben om van het stofbadhuis gebruik te maken. Mogelijke verklaringen zijn gewenning, veranderingen in de omgeving (zoals schoner substraat in de scharrelruimte door een goed functionerende Mestschuifel), of aanpassingen in de rest van de stal. Verdere gedragsanalyses en vervolgstudies met andere koppels en op andere locaties zijn nodig om hier beter inzicht in te krijgen.

### 3.3. Hygiëniserings scharrelsubstraat

Uit het onderzoek van de HAS-student blijkt dat hygiëniserings van het gebruikte scharrelsubstraat met behulp van een waterbad microbiologisch effectief kan zijn (rapport wordt separaat meegestuurd). Na behandeling waren alle enterobacteriën verwijderd. Dit sluit aan bij eerder onderzoek waarin is aangetoond dat bij verhitting van mest met houtsnippers *E. coli* en *Salmonella* kunnen worden geëlimineerd, mede doordat de aanwezigheid van houtsnippers de aanhoudendheid van deze bacteriën verkort.

Tegelijkertijd is in fase B duidelijk geworden dat hygiëniserings met een waterbad op grotere schaal praktisch lastig uitvoerbaar is. Hergebruik van het substraat vraagt een aanzienlijke inzet van arbeid, logistiek en verwerkingscapaciteit, wat de efficiëntie en haalbaarheid op bedrijfsniveau onder druk zet. Dit maakt dat hygiëniserings niet uitsluitend technisch of veterinaire beoordeeld kan worden, maar ook vanuit een praktisch-economisch perspectief moet worden afgewogen.

Naast hergebruik zijn daarom ook alternatieve bestemmingen van het gebruikte substraat verkend. Analyse van het substraat als grondstof voor verbranding in een biomassacentrale liet zien dat de energetische waarde, mede door vervuiling met mest, beperkt is. Hierdoor is het substraat voor deze toepassing minder aantrekkelijk. Verbranding in combinatie met pluimveemest zou theoretisch een optie kunnen zijn, maar deze route lijkt op termijn te vervallen door ontwikkelingen richting vergisting, waaronder de mogelijke komst van een vergistingsinstallatie in Moerdijk.

Een mogelijk kansrijkere route is het benutten van het substraat als reststroom binnen de mestketen, bijvoorbeeld door toepassing op akkerland. De combinatie van mest en houtig materiaal kan bijdragen aan de aanvoer van extra organische stof, wat vanuit bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid van toegevoegde waarde kan zijn. Deze afweging laat zien dat de keuze tussen hygiëniserings, hergebruik en alternatieve afzet niet eenduidig is en afhankelijk is van technische, veterinaire én economische randvoorwaarden.

### 3.4. Diergedrag

Op basis van de uitgevoerde dierobservaties kan worden geconcludeerd dat natuurlijke gedragingen zoals scharrel- en stofbadgedrag minimaal evenveel voorkwamen als in stallen zonder Mestschuifel en Stofbadhuizen. Het rapport hiervan wordt meegestuurd met deze eindrapportage, hier de belangrijkste conclusies. Het viel op dat de bewegingen van de Mestschuifel het scharrelgebied regelmatig verstoorden, wat leidde tot zichtbaar meer exploratie- en foeragegedrag. Deze dynamiek lijkt het substraat aantrekkelijk te houden en nodigt dieren uit tot actief gedrag.

Hoewel het gebruik van de Stofbadhuizen in deze proefstal pas in een later stadium toenam, boden deze voorzieningen ook andere functionele meerwaarden. Door de

aanwezigheid van extra structurelementen, zoals looproosters en zitmogelijkheden, ontstonden aanvullende rust- en verblijfsplekken. Tijdens observaties werd onder meer zonnebaden waargenomen, wat erop wijst dat de dieren deze plekken benutten voor comfortgedrag.

Aanvullende, specifiek ingerichte gedragsexperimenten om natuurlijk gedrag verder te stimuleren zijn in deze fase niet uitgevoerd. Desondanks ondersteunen de algemene gedragsobservaties de verwachting dat verdere verrijking van het scharrel- en stofbadgebied – in combinatie met de Mestschuifel – kan bijdragen aan het bevorderen van dierwelzijn.

## 3.5. Metingen

### 3.5.1. *Fijnstofemissie*

De kipfijnstofsimulator is getest in de praktijkstal, zowel in het meststrooisel als in het scharrelsubstraat met de Mestschuifel. Metingen leverden echter zeer wisselende resultaten op, waarbij de concentratie fijn stof in de simulator sterk varieerde, afhankelijk van de plek, en de diepte van het frame onder de simulator in het strooisel. We hebben moeten constateren dat op het niveau van de strooisellaag met dit instrument geen goede inschatting kan worden gemaakt van het effect van de mestschuifel op de aerosolisatie van fijn stof naar de stallucht. We schatten op dit moment in dat er drie deels tegengestelde effecten zijn van de mestschuifel op die kans op aerosolisatie:

- De hoeveelheid mest in het scharrelgebied neemt sterk af, waardoor de kans op aerosolisatie wordt verkleind.
- De mest die achterblijft is meer geïsoleerd van de kippen door de substraatlaag, wat de kans op aerosolisatie / emissie verkleint.
- Echter, de mest die achterblijft is wel droger (en daardoor fijner), wat de kans op aerosolisatie vergroot als de kippen er toch bij kunnen tijdens het scharrelen.

Wat dit voor de totale emissie van fijn stof betekent zal op stalniveau gemeten moeten worden. We gaan nog steeds uit van een forse reductie, maar mogelijk is die niet de 80% die we eerder aannamen.

### 3.5.2. Ammoniakemissie

In de volgende tabel worden de meetresultaten per meetdag weergegeven.

Tabel 1: meetresultaten

Datum	Resultaat	Instrument
10-1-25	-78%	Gasera
17-2-25	[mislukt]	Gasera
31-3-25	-39%	Gasera
09-4-25	-72%	Dräger
13-5-25	-62%	Dräger
26-5-25	-66%	Dräger
12-6-25	-57%	Dräger

De meetresultaten laten een reductie zien van 40-70% van de ammoniakemissie uit de houtige substraatlaag, ten opzichte van traditioneel meststrooisel. De resultaten van de metingen worden door Wageningen Livestock Research verwerkt in een onderzoeksrapport, dat op dit moment nog een interne review ondergaat en daarom in concept wordt meegestuurd.

### 3.6. Promotie

In het afgelopen jaar zijn de Mestschuifel en het Stofbadhuis op verschillende manieren onder de aandacht gebracht. Daarbij worden ook al eerste resultaten gedeeld, zoals ervaringen met de werking van het systeem en de toepasbaarheid in de praktijk.

1. Op de website van KennisOnline verscheen eind vorig jaar een uitgebreid artikel (in NL en EN) en een goede video, die 2500 keer is bekeken, en is ook internationaal opgepikt via LinkedIn: <https://magazines.wur.nl/ko-magazine-2023-nl/wellness-voor-kippen>
2. Er is een video gemaakt door de Nieuwe Oogst: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2024/06/17/schuifel-haalt-mooie-droge-mest-uit-pluimveestal>
3. Er is een artikel verschenen op: <https://www.pluimveebedrijf.nl/huisvesting-pluimveehouderij/leghenstal/ontwikkeling-Mestschuifel-en-Stofbadhuis-gaat-de-volgende-fase-in/>
4. Het systeem is onder de aandacht gebracht bij pluimveehouders middels banners op de Poultry Expo 2024 in Hardenberg en 2025 in Den Bosch.
5. In internationale context zijn de Mestschuifel en het Stofbadhuis ook gepresenteerd op de 2-jaarlijkse conferentie van Agricultural Engineers (2021 Mestschuifel en 2024 Stofbadhuis), evenals in een aantal presentaties over het onderzoekswerk van de WUR.
6. Verschillende LinkedIn posts op de pagina van het PEC en WLR.

7. Presentatie van het project voor de colleges van Regio Foodvalley, het kernteam van de Praktijkaanpak Emissiearme Veehouderij en voor jongeren op de Landelijke Jongerendag Pluimveehouderij.
8. Bram Bos van Wageningen Livestock Research presenteerde de mestschuifel op de Markt in Wageningen.



9. Een publicatie in vakblad 'de Pluimveehouderij': <https://www.boerderij.nl/succesvolle-mestschuifel-gaat-grote-proef-in>
10. Een video over het systeem is gepubliceerd: <https://youtu.be/VWAPPQjixwM>
11. In september kwam een groep Vlaamse pluimveehouders naar Gelderland, vanuit het project Interreg project Rambo (Reductie van Ammoniak via Brongerichte en flankerende Oplossingen) om kennis te nemen van de Mestschuifel en het Stofbadhuis.

## 4. Financiën

De werkzaamheden zijn binnen het begrote budget uitgevoerd. De financiële verantwoording wordt separaat meegezonden.

## 5. Discussie en conclusie

Fase B heeft vooral waarde gehad als praktijktest en leerfase. De keuze voor een kleine biologische praktijkstal maakte het mogelijk om de Mestschuifel op basis van voortschrijdende praktijkervaring door te ontwikkelen. Juist deze setting bood ruimte om technische knelpunten snel te signaleren en op te lossen. Dit resulteerde aan het einde van fase B in een stabiel werkend systeem dat gedurende langere tijd zonder noemenswaardige storingen kon functioneren.

De doorontwikkeling liet zien dat niet alleen de Mestschuifel zelf, maar vooral het totale afvoersysteem bepalend is voor een goede werking. De uiteindelijke keuze voor een kettingsysteem met meenemers bleek essentieel. Daarnaast zijn belangrijke ontwerpkeuzes gemaakt rond substraatophoping bij keerpunten en diergeveiligheid. Met name de diamantvormige schuifel en het gebruik van keerwanden bleken effectief in het beperken van ophoping en ongewenste situaties voor dieren. Tegelijkertijd is duidelijk geworden dat verdere optimalisaties, waaronder positionering van de afvoergoot en aansturing van de schuifel, nodig zijn voor maximale effectiviteit. Dit wordt meegenomen richting fase C.

De indicatieve ammoniakmetingen laten een substantiële reductie (circa 40–70%) zien ten opzichte van traditioneel meststrooisel. Dit ondersteunt het principe van frequente mestverwijdering als effectieve bronmaatregel. Voor fijnstof bleek de toegepaste meetmethode op strooiselniveau onvoldoende betrouwbaar. Het netto-effect van de Mestschuifel op fijnstofemissie zal daarom in fase C op stalniveau moeten worden vastgesteld.

Het Stofbadhuis werd in deze proefstal aanvankelijk beperkt gebruikt. Analyse wijst erop dat allerlei factoren zoals licht, beschutting, substraat en alternatieve stofbadplekken sterk bepalend zijn voor het gebruik. Dat het gebruik later in de ronde toenam, suggereert een mogelijk gewinningseffect, maar vervolgonderzoek is nodig om dit beter te onderbouwen. In fase B is daarom bewust de focus verlegd naar de Mestschuifel.

Dit leidt tot de volgende conclusies:

1. **De Mestschuifel is in fase B succesvol doorontwikkeld tot een praktijkrijp systeem.**

Het basisprincipe functioneert ook op praktijkschaal en technische knelpunten zijn grotendeels opgelost.

2. **De praktijktest leverde cruciale ontwerp- en uitvoeringsinzichten op** die richtinggevend zijn voor opschaling, met name op het gebied van afvoer, aansturing en inrichting.

3. **Indicatieve metingen tonen een duidelijk ammoniakreductiepotentieel (40–70%)** op het niveau van de strooisellaag. Officiële metingen op stalniveau zijn nodig voor verdere borging.
4. **Voor fijnstof is in fase B geen betrouwbare kwantificering mogelijk gebleken**, waardoor vervolgmetingen in fase C noodzakelijk zijn.
5. **Het functioneren van het Stofbadhuis blijkt sterk contextafhankelijk**. Verdere doorontwikkeling en hernieuwde tests zijn nodig om het concept robuust toepasbaar te maken.

De resultaten van fase B vormen een inhoudelijk en technisch stevige basis voor fase C, waarvoor inmiddels een subsidieaanvraag is ingediend. In fase C ligt de nadruk op opschaling en protocollaire emissiemetingen onder commerciële omstandigheden.