BORGING EMISSIEARME SYSTEMEN: DEELRAPPORT A

Linda de Bie
Diane de Voogd

Datum
27-06-2025

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 3

2 BORGINGSMECHANISMEN 4

2.1 Van systeemontwikkeling tot gebruik 4

2.1.1 Omgevingswet en omgevingsregeling 4

2.1.2 Voor bouw 5

2.1.3 Tijdens bouw 5

2.1.4 Bestaande stallen: gebruik, onderhoud, controle 5

2.2 Doelsturing 6

2.2.1 Doelsturing met sensoren 6

2.3 Borging van keurmerken, certificaten en duurzaamheidsprogramma's 7

3 MATERIAAL EN METHODE 10

3.1 Opsplitsing naar specifieke staltechnieken 10

3.2 Clustering per ammoniakreducerend principe 10

3.3 Beoordeling werking, falen, corrigeren en borgen 11

3.4 Selectie technieken, maatregelen met de daarbij behorende faalfactoren en mogelijke borgingsmechanismen 12

4 FAALFACTOREN VAN STALTECHNIEKEN EN MANAGEMENTMAATREGELEN EN BORGING IN DE PRAKTIJK 15

4.1 Zeer frequent en zo volledig mogelijk afvoeren van mest en urine uit de stal 15

4.2 Mest- en urine in de stal scheiden 17

4.3 Drogen van mest 19

4.4 Verlagen van de temperatuur van de mest 22

4.5 Verlagen van de pH van de mest 24

4.6 Verlagen van de ammoniumconcentratie van de mest 25

4.7 Reductie van het met mest besmeurde oppervlak 27

4.8 Reductie luchtuitwisseling tussen mestkelder en stal 29

4.9 Reductie van ammoniak in lucht die de stal verlaat door een nageschakelde techniek 34

4.10 Managementmaatregelen 37

4.11 Borging faalfactoren in de huidige praktijk 42

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 44

5.1 Conclusies 44

5.2 Aanbevelingen 46

LITERATUURLIJST 47

1 Inleiding

De ministeries LVVN, I&W en RVO geven gezamenlijk invulling aan het 'Programma Vernieuwing Stalbeoordeling'. Vanuit dit programma is er aandacht voor vernieuwing van relevante regelgeving. Daarvoor is inzicht nodig in diverse methoden waarmee de werking van emissiearme systemen in de praktijk geborgd kunnen worden, zoals continu meten met sensoren, maar ook methoden om gebruik, slijtage en onderhoud te borgen zodat systemen en maatregelen goed functioneren ten behoeve van emissiereductie. Hiervoor zoeken de ministeries naar een inventarisatie van beschikbare methoden en de kennis die daar in diverse initiatieven al over bij elkaar is gebracht.

Onderdeel van deze inventarisatie is dit deelrapport A over borgingsmechanismen. Deze rapportage biedt per diersector en per emissiearme techniek en/of maatregel op welke manieren de emissiereductie in de praktijk geborgd kan worden. Het gaat hierbij om technische borgingsmechanismen. Daarbij staan vooral de mogelijke borgingsmechanismen centraal die ingrijpen op faalfactoren in de praktijk. Dus waar het gaat het fout? Om uiteindelijk borgingsmechanismen te kunnen aanbevelen die falen van emissiearme systemen en maatregelen kunnen voorkomen.

Om goed inzicht te hebben in emissiereductie in de veehouderij gaat dit deelrapport A eerst in op mogelijke borgingsmechanismen met betrekking te emissiereductie. Hierbij wordt ook expliciet aandacht besteedt aan het begrip 'doelsturing', aangezien dit onderdeel is van het Regeerprogramma en het Hoofdlijnenakkoord van het huidige kabinet.

Vervolgens is er door literatuuronderzoek en inventarisatie bij experts een overzicht opgesteld van staltechnieken en managementmaatregelen en de daarbij behorende faalfactoren en de mogelijke borgingsmechanismen. In dit rapport wordt een selectie behandeld aangezien de totale lijst te uitgebreid is om effectief te behandelen en dit niet tot meer inzicht zou leiden. Selectiecriteria voor technieken en maatregelen waren onder andere:

- Vertegenwoordiging van verschillende sectoren;
- Vertegenwoordiging van verschillende emissie reducerende principes en faalfactoren;
- Oorzaken kunnen technisch van aard zijn of ten gevolge van het management van de veehouder;
- Technieken en maatregelen worden in de praktijk worden toegepast, aangevuld met enkele innovaties.

Per techniek of maatregel worden de faalfactoren en mogelijke borgingsmechanismen behandeld inclusief de voor- en nadelen van deze borgingsmechanismen. Doelsturing als continue monitoring met sensoren of een afrekenbare stoffenbalans worden in het algemeen behandeld, omdat zij sturen op het behalen van het einddoel en niet direct ingrijpen op één bepaalde faalfactor.

2 Borgingsmechanismen

In dit deelrapport is de focus gelegd op de combinatie van faalfactoren die optreden tijdens de implementatie (bouwfase van de stal) en het gebruik van emissiearme systemen in de praktijk. In deze paragraaf behandelen we de huidige typen borgingsmechanismen die in dit stadium aanwezig zijn. Er zijn veel verschillende emissiearme technieken en maatregelen waarbij per techniek of maatregel faalfactoren kunnen optreden en die ook per sector kunnen variëren. Daarbij zijn er ook verschillende typen borgingsmechanismen, te weten technische borgingsmechanismen, regelsystemen, reduceren van slijtage, onderhoudsgevoeligheid, et cetera. Om een beeld te schetsen van borgingsmechanismen behandelen we deze aan de hand van het proces van het bepalen van een emissiefactor tot het aan in gebruik zijn van een emissiearm systeem of maatregel.

2.1 Van systeemontwikkeling tot gebruik

2.1.1 Omgevingswet en omgevingsregeling

Op dit moment staan emissiearme stalsystemen en bijbehorende borgingsmechanismen in de Omgevingswet die sinds 2024 van kracht geworden is. Onderdeel van de Omgevingswet is de Omgevingsregeling, waarin in bijlage V en VI erkende huisvestingssystemen en aanvullende technieken in zijn opgenomen. Dit was voorheen de Rav-lijst (Regeling ammoniak en veehouderij). Per systeem of aanvullende techniek is een beschrijving vastgelegd met uitvoeringskenmerken die van invloed worden geacht op het werken van de techniek in de praktijk. Deze systeembeschrijving wordt ook leaflet genoemd. Hierin staan de emissiefactoren per dierplaats en de eisen waaraan voldaan moet worden bij de inbouw en hoe de veehouder het systeem of techniek dient te gebruiken. Tijdens controles door toezichthouders worden deze systeembeschrijvingen gebruikt. Voor luchtwassers staan aanvullende eisen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). Zo is er een specifieke zorgplicht die aanvullend is op de voorschriften over het gebruik en onderhoud. Maar ook eisen zoals jaarlijks onderhoud en controle door een deskundige aan de luchtwasser, het kalibreren van elektrodes, de aanwezigheid van een elektronisch monitoringsysteem en de verplichting om aan de voorgeschreven pH-waardes te voldoen ten behoeve van een goed ammoniak reducerende werking.
Bij een innovatief systeem en/of techniek mogen techniekleveranciers deze toepassen in zogenaamde innovatieve stallen (eerder proefstallen genoemd), in combinatie met een meetverplichting binnen twee jaar tijd. Hiervoor stelt het bevoegd gezag een emissiefactor vast, op basis van technisch advies door Technische Adviespool, RVO. Na het in voldoende stallen meten volgens het geldige meetprotocol kan op basis de meetrapporten een systeem en/of techniek met een emissiefactor door de minister worden opgenomen in de bijlagen V en VI van de Omgevingswet. (www.iplo.nl, 27-01-2025)
Eerder onderzoek (Bremmer et al., 2022) naar het verbeteren van de effectiviteit van emissiearme systemen geeft aan dat het wenselijk is om de emissies van bestaande systemen volgens een vaste evaluatie systematiek te valideren. Uit onderzoek blijkt dat de brongerichte stalsystemen gemiddeld genomen slechter presteren dan de emissiefactoren weergeven. De huidige werkwijze van het bepalen van de emissiefactoren is een van de faalfactoren. De update van het meetprotocol (2013a) kan hierbij helpen, wordt voorzien in 2025. Continu meten in de innovatieve stallen wordt daarbij het uitgangspunt, waar dit mogelijk is. Aangezien het gebruik in de praktijk en de daarbij voorkomende faalfactoren centraal staan in dit rapport, zal hier verder niet op ingegaan worden.

2.1.2 Voor bouw

Voor de bouw is het aan een veehouder om een keuze te maken voor een huisvestingssysteem met emissiefactor bij het aanvragen van de vergunning. Dit systeem kan een enkelvoudige techniek zijn of een combinatie van technieken. Om deze systemen later goed te kunnen gebruiken en onderhouden bevelen Bremmer et al (2022) aan om meer aandacht te besteden aan systeemkeuze door betere voorlichting veehouder en goede afstemming tussen veehouder en andere betrokkenen voor keuze van een systeem ten behoeve van goed gebruik, onderhoud en controle van systemen. Managementmaatregelen zoals lager eiwit in voer, zijn niet in de omgevingsregelingen opgenomen. Wel komen bepaalde technieken met bepaalde gebruiks- en/of onderhoudsvoorwaarden die zijn beschreven in de systeembeschrijving en in sommige gevallen ook het Bal. Vervolgens wordt met behulp van bijbehorende emissiefactoren van technieken een vergunning aangevraagd. De beoordeling van de vergunning is een borgingsmechanisme waarvoor het bevoegd gezag verantwoordelijk is. In de vergunning moet de aanvrager onderbouwen hoe hij/zij onder de emissiegrenswaarde blijft. Ook het borgingsmechanisme van goedkeuren van de vergunning zal niet verder behandeld worden in dit rapport.

2.1.3 Tijdens bouw

Tijden de bouw moet er conform de systeembeschrijving gebouwd worden. In diverse systeembeschrijvingen wordt ook verwezen naar achterliggende Technische Informatie Documenten (TID's) die informatie bevatten voor implementatie, gebruik en controle van systemen én over faalfactoren. Het bevoegd gezag heeft de taak om te controleren of er volgens de vergunning is gebouwd. Uit navraag bij veehouders (Bremmer et al., 2022) blijkt dat er tijdens de bouw bijna nooit gecontroleerd wordt.
Bij oplevering kan er door het bevoegd gezag ter plaatse gecontroleerd op de eisen in de systeembeschrijving. Maar na de bouw is niet alles meer te controleren, waardoor deze controles maar een beperkt borgingsmechanisme zijn als er tijdens de bouw niet gecontroleerd is. (Bremmer ea, 2022)

2.1.4 Bestaande stallen: gebruik, onderhoud, controle

Voor het gebruik en onderhoud is de informatie in de systeembeschrijving wederom van belang voor de borging, omdat een veehouder de vereisten die hierin staan moet volgen. In de systeembeschrijvingen kunnen eisen staan voor de aanwezigheid van bepaalde registratieapparatuur of de registratie van gegevens voor controle op de werking van het systeem. Voor gebruik, controle en onderhoud wordt in systeembeschrijvingen ook regelmatig verwezen naar de werkinstructie die in overeenstemming met het Bal is opgesteld (iplo.nl). Stalsystemen blijken in de praktijk vaak gemiddeld minder emissiereductie op te leveren dan werd aangenomen bij de vergunningverlening waardoor de potentie van emissiereductie niet daadwerkelijk wordt bereikt. Bremmer et al. (2022) geeft aan dat systemen door veehouders niet altijd gebruikt worden zoals bedoeld en zoals voorgeschreven. Hetzelfde geldt voor onderhoud en vervanging van systemen. De controles vanuit omgevingsdiensten blijken lang niet altijd toereikend om incorrect en ineffectief gebruik te corrigeren. Reguliere controles bij bestaande stallen blijken eens per 4 of 5 jaar te gebeuren. Hierbij wordt vaak gewerkt met een checklist en wordt er vaak op losse aspecten gecontroleerd (en niet het functioneren van het totale systeem). Hierbij mag alleen gecontroleerd worden wat er in de systeembeschrijving staat. Controles worden vooraf aangekondigd. Vraag is of deze controles en de manier van controleren voldoende borgen of emissiearme systemen en maatregelen voldoende goed worden toegepast, Bremmer et al. (2022) bevelen aan om gerichter en beter voorbereid te

controleren en aansturing en afrekening van omgevingsdiensten en hun medewerkers te verbeteren. Ook kan het kennisniveau bij omgevingsdiensten verbeterd worden.

2.2 Doelsturing

De essentie van doelsturing is dat er niet op de middelen wordt gecontroleerd, zoals het gebruik van een mestschuif, maar op het behalen van een doel, zoals de daadwerkelijke emissie. Bij de overheid is doelsturing een beleidsbenadering waarbij de overheid stuurt op de doelen die ze wil bereiken of bevorderen en waarbij ze er bewust van afziet middelen voor te schrijven waarvan ze denkt dat die nodig zijn om de doelen te realiseren. (Jongeneel, 2024) Voor de controle van doelsturing zijn verschillende methoden beschikbaar, afhankelijk van het gekozen ideaaltype doelsturing. Een aantal van de verschillende methoden zijn online programma's, continu bemeten van een systeem/stal/bedrijf, logboek, stoffenbalans, dierrechten, etc.
Aangenomen wordt dat het grootste voordeel van doelsturing is dat het ondernemers een handelingsperspectief geeft en ondernemerschap stimuleert. De eisen die het stelt aan borging en monitoring wordt als belangrijkste nadeel genoemd. (Jongeneel, 2024). Daarbij is een combinatie van verschillende typen doelsturing en ook van middel- en doelsturing mogelijk. Middelvoorschriften ondersteunen dan doelsturing, omdat deze het bevoegd gezag helpen een beeld te vormen van de haalbaarheid van de emissiereductie in het kader van vergunningverlening (Bremmer, et al., 2022). Ondertussen wordt er door de overheid gewerkt aan de vernieuwing van stalbeoordeling. Daarbij wordt onder andere ingezet op een hybride stelsel waarbij bedrijven voor ammoniakemissie kunnen kiezen uit twee opties: een (forfaitaire) emissielabelvergunning of een doelvoorschriftenvergunning. Bij een doelvoorschriftenvergunning kan het bedrijf een emissieplafond krijgen, gekoppeld aan continue metingen met sensoren van de uitstoot of een andere vorm van monitoring. (Rijksoverheid.nl, 19 december 2024). Het continue meten met sensoren is in ontwikkeling als nieuw borgingsinstrument en wordt in de volgende paragraaf toegelicht.

2.2.1 Doelsturing met sensoren

De ontwikkeling van sensortechnologie heeft al meerdere jaren de aandacht binnen de veehouderij. Met betrekking tot stallen is er ervaring opgedaan met het meten van het stalklimaat, dus in de stal, en de laatste jaren ook op het vlak van stalemissies. Bremmer et al. (2022, p.78) bevelen emissiemonitoring via continu meten aan voor minder robuuste managementgevoelige technieken en vanwege het al eerdergenoemde voordeel dat het de veehouder kan ondersteunen met informatie over de effectiviteit van het gebruik van technieken en managementmaatregelen. Er zijn meerdere pilots in uitvoering of uitgevoerd over het technische aspect van meten met sensoren (Korevaar en Winkel, 2022, p. 24). Ondertussen zijn er ook verschillende initiatieven om ervaring op te doen met het continu meten van emissies (integraalaanpakken.nl) en met de juridische aspecten van doelvoorschriftvergunning in combinatie met continu meten onder het Regieorgaan.

Bij het controleren van emissiereductie door middel van sensoren is het van belang dat er een verschil wordt gemaakt tussen periodiek controleren van de emissiereductie en het continue bemeten van de emissie.

Bij doelsturing met sensoren op emissies zijn zowel de meetmethode (hoe meet je de concentratie en het ventilatiedebiet) en de meetstrategie (waar, wanneer en hoe vaak meet je) van belang. Bij gesloten stallen (oftewel mechanische geventileerde stallen) zijn al meetmethoden en meetstrategieën ontwikkeld waarbij het jaargemiddelde van de emissie van de continue metingen niet afwijken van de jaargemiddelden van de referentiemetingen. In open melkveestallen

(natuurlijke ventilatie) is het verschil tussen de continue- en de referentiemetingen nog te groot. (Korevaar en Winkel, 2022, p. 5).

Op dit moment worden er pilots uitgevoerd om te testen of de richtlijnen (meetrichtlijnen emissiemonitoring en het Brabants meetvoorschrift) alle stappen voldoende heeft geborgd in zowel mechanisch als natuurlijk geventileerde stallen en om juridische houdbaarheid te testen voor natuurvergunningverlening. Tijdens de eerste fase van de pilot 'Realtime in Noord-Brabant' blijkt dat het bepalen van het ventilatiedebiet nog aandacht behoeft. Daarbij is de betaalbaarheid van het systeem ook nog een aandachtspunt (Van der Zanden en van Kampen, 2024). Inschatting van de kosten voor een integraal meetsysteem door Korevaar en Winkel (2022, p. 20) bedroegen 5.000 euro voor gesloten stallen en 15.000 euro voor open stallen. Naast de aanschaf van de apparatuur moet er ook rekening gehouden worden met abonnementskosten voor connectiviteit, kalibratie, toegang, etc. Een eerste inschatting van Connecting Agri and Food aan de hand van 3 praktijkcasussen is dat de jaarlijkse kosten circa 15.000 euro voor 1 emissiepunt per veehouder per jaar zullen bedragen, inclusief afschrijving, controlemetingen, onderhoud en software. De levensduur van sensoren wordt in deze berekening op 4 jaar geschat. De advieskosten voor een veehouder voor de aanvraag van een doelvoorschriftenvergunning en handelingsperspectief om het emissieplafond niet te overschrijden zijn in deze kosten nog niet in meegenomen. (Van Kampen en Moonen, 2025) De eerste inschatting is dat de huidige kosten te hoog zijn voor brede implementatie in de praktijk. De verwachting is wel dat kosten bij opschaling nog zullen dalen.

Kortom, de techniek van continu meten met sensoren voor ammoniak is ontwikkeld, maar moet nog verder als praktijkrijp systeem worden uitgewerkt. Daarbij zijn stalbezetting en ammoniakgehalte van ingaande lucht parameters die ook moeten worden meegenomen om productie en uitstoot per dier vast te kunnen leggen. Voor natuurlijk geventileerde stallen (zoals bij melkvee het geval is) zijn er daarbij ook nog uitdagingen om gasvormige emissies goed te kunnen meten. Voor ammoniak wordt dit ondervangen in de meetrichtlijnen van WUR.

2.3 Borging van keurmerken, certificaten en duurzaamheidsprogramma's

Borging is in de landbouw ook relevant bij keurmerken, certificaten en duurzaamheidsprogramma's. Zo is het Europese keurmerk 'biologisch' wettelijk vastgelegd (skal.nl). Vanuit verschillende dierlijke en plantaardige sectoren bestaan ook veel bovenwettelijke certificaten en keurmerken, enkele voorbeelden hiervan zijn:

- KOM (Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties): KOM is een uitvoeringsorganisatie van Qlip (een CBI (conformiteitsbeoordelingsinstantie) die onder andere registratie, controle en certificering uitvoert. Melkmeters voor erkende melkproductieregistratie (MPR) moeten voldoen aan de eisen van het internationale comité voor de melkcontrole (ICAR).[1]
- KKM (Keten Kwaliteit Melk): Stichting KKM is opgericht door de Nederlandse Zuivelorganisatie (NZO) en de land- en tuinbouworganisatie LTO om de kwaliteit van melk te waarborgen.[2] Het is integraal onderdeel van de kwaliteitsborging van ontvangers en verwerkers van boerderijmelk.
- Beter Leven keurmerk (BLk): De stichting Beter Leven keurmerk is opgericht door de Dierenbescherming. Het keurmerk is een ketenkeurmerk, dus naast veehouderijen worden meerdere schakels in de keten gecontroleerd en gecertificeerd.[3]

[1] https://www.qlip.com/nl/werkzaamheden-kom/
[2] https://www.acm.nl/sites/default/files/old_publication/bijlagen/471_bma1237-0003.pdf
[3] https://beterleven.dierenbescherming.nl/zakelijk/over-het-keurmerk/wat-is-het-beter-leven-keurmerk/

- IKB Varken (Integrale Keten Beheersing Varken): IKB Varken is een ketenkwaliteitssysteem voor de gehele varkensketen waar vrijwillig aan deelgenomen kan worden.[4] Aangezien twee IKB's bestaan, is Holland Varken opgericht met de ambitie heeft om beide IKB's in één uniform systeem te integreren.[5] Ook in de pluimveesector is er sprake van IKB.
- Beter Voor Natuur & Boer: Dit certificatieschema is door een retailer ontwikkeld en onlangs in een stichting geplaatst om het breed toegankelijk te maken. Voor verschillende productgroepen (AGF, ei, kip, etc.) zijn programma's opgezet.

Daarnaast bestaan private duurzaamheidsprogramma's zoals Caring Dairy (CONO Kaasmakers), Focus Planet (FrieslandCampina) en Good farming star (Vion) in respectievelijk de zuivel- en varkensvleessector. Bij een dergelijk programma stelt een private partij de criteria en laat deze vervolgens controleren (borgen) door een onafhankelijke Certificatie Instelling (CI).

Deze al bestaande controles kunnen als voorbeeld dienen voor het beter borgen van faalfactoren van emissiearme systemen, technieken en maatregelen. Zo is het kenmerkend voor deze keurmerken, certificaten en duurzaamheidsprogramma's is dat ze borgingsmechanismen hebben via (aangekondigde en onaangekondigde) controles door onafhankelijke en geaccrediteerde instellingen. Deze controles kunnen ook plaatsvinden op basis van een risicoanalyse. Daarbij kunnen data die door veehouders zijn ingevoerd steekproefsgewijs worden gecontroleerd, ook fysieke controle op de uitvoering van maatregelen (zoals weidegang) behoort tot de mogelijkheden.

Op een melkveebedrijf kan tijdens één audit door Qlip op verschillende keurmerken, certificaten of duurzaamheidsprogramma's worden gecontroleerd:

- Een beoordeling vanwege melkkwaliteit in kader van KKM door Qlip vindt gemiddelde elke 24 maanden plaats indien op een melkveebedrijf een beperkt aantal kleine afwijkingen worden geconstateerd. Bij te veel kleine afwijkingen of bij een grote afwijking moet het herstel binnen een maand worden aangetoond. Bij een ontoelaatbare afwijking wordt de erkenning ingetrokken.
- Een beoordeling in kader van Focus Planet (het duurzaamheidsprogramma van FrieslandCampina) door Qlip vindt ook gemiddeld elke 24 maanden plaats, tegelijkertijd met de KKM-audit. Daarnaast worden bedrijven onaangekondigd gecontroleerd op basis van een selecte en aselecte steekproef. Op aandachtsbedrijven kan te allen tijde een beoordeling worden uitgevoerd.
- Onderdeel van het duurzaamheidsprogramma van de zuivelverwerker is de KringloopWijzer. Deze KringloopWijzer geeft de melkveehouder inzicht in de milieu- en klimaatprestaties van zijn bedrijf, waardoor hij/zij nog beter kan sturen op de benutting van mineralen. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot een hogere grasopbrengst, minder mestafvoer en besparingen op ruwvoeraankoop of kunstmestaankoop. De melkveehouder dient de KringloopWijzer elk jaar in te vullen over het afgelopen kalenderjaar. De datum van indiening wordt bepaald door de ontvanger van de boerderijmelk. De correctheid van de ingediende Kringloopwijzer wordt administratief gecontroleerd. Opvallende zaken in de invoer of resultaten dienen schriftelijk te worden verklaard. Indien hier geen gehoor aan wordt gegeven vindt een bedrijfsbezoek plaats.

Veehouders die deelnemen aan bijkomende duurzaamheidsprogramma's kunnen hier tegelijkertijd ook op laten controleren, bijvoorbeeld voor het programma 'Beter Voor Natuur & Boer'. Wel kan het zijn dat voor andere duurzaamheidsprogramma's een hogere frequentie van controle gewenst is. Zo worden melkveehouders die willen deelnemen aan het Beter Leven keurmerk binnen een termijn van 4 maanden na aanmelding onaangekondigd gecontroleerd door een CI. Na succesvolle afronding van de onaangekondigde Ingangsaudit wordt de deelnemer jaarlijks door de CI geaudit.

[4] https://www.ikbvarken.nl/
[5] https://www.hollandvarken.nl/ambities-varkensvleesketen/

Een gecombineerde audit vergroot de efficiëntie van de inzet van mensen en middelen bij zowel de controle-instantie als veehouder.

3 Materiaal en methode

In bijlage V[6] en VI[7] van de omgevingswet (voormalig RAV) zijn zeer veel huisvestingssystemen en aanvullende technieken opgenomen om emissies in de veehouderij te reduceren. Staltechnieken en managementmaatregelen blijken tijdens het gebruik en werking in de praktijk te falen.[8] Deze faalfactoren zijn de aanknopingspunten om de werking van systemen te verbeteren, en geven inzicht in hoe deze beter te borgen.

3.1 Opsplitsing naar specifieke staltechnieken

Om in beeld te krijgen waarom huisvestingssystemen en aanvullende technieken kunnen falen, is het geheel van een huisvestingssysteem opgesplitst naar de specifieke staltechnieken waardoor de emissiereductie wordt gerealiseerd. Een dergelijke individuele staltechniek (bijvoorbeeld mestschuif of mestbandbeluchting) is vaak onderdeel van meerdere huisvestingssystemen, maar wordt in dit rapport individueel beoordeeld op het falen enerzijds en anderzijds op het corrigeren van de werking en het borgen hiervan.

Een aantal huisvestingssystemen bestaan behalve uit staltechnieken ook uit onderdelen die het gedrag van dieren sturen. Zo kan opgenomen zijn op welke locatie de voerbak of watervoorziening geplaatst moet worden (boven het waterkanaal) of in welk materiaal de roosters uitgevoerd dienen te worden (metalen driekantsroosters zijn kouder waardoor biggen minder geneigd zijn hierop te gaan liggen, terwijl ze hier wel boven zullen mesten[9]). Omdat het gedrag met name bij varkens belangrijk is voor een goede ammoniakreducerende werking van huisvestingssystemen is de sturing van het gedrag ook als aparte maatregel beoordeeld.

3.2 Clustering per ammoniakreducerend principe

Vervolgens zijn alle staltechnieken geclusterd tot ammoniakreducerende principes. Ammoniak ontstaat uit ureum die in urine aanwezig is. Ureum wordt op de stalvloer en in de mestkelder door het enzym urease omgezet in ammonium (NH4+). Urease zit in mest en wordt gemaakt door micro-organismen. Ammonium is in de vloeistoffase in evenwicht met ammoniak (NH3). Ammoniak kan vanuit de vloeistoffase overgaan naar de gasfase. De mate waarin dit gebeurt, is afhankelijk van onder andere het verschil in ammoniakconcentratie, de temperatuur, de pH en de luchtsnelheid. Zolang ureum niet is omgezet naar ammonium wordt er geen ammoniak gevormd.[10] Maatregelen die de vorming van ammoniak voorkomen gelden als brongerichte maatregelen. Met behulp van een nageschakelde techniek kan de emissie van gevormde ammoniak worden gereduceerd. De onderscheiden ammoniakemissie reducerende principes zijn de volgende:

1. Zeer frequent en zo volledig mogelijk afvoeren van mest en urine uit de stal
2. Mest- en urine in de stal scheiden
3. Drogen van mest
4. Verlagen van de temperatuur van de mest

[6] Zie: https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/2025-01-01#BijlageV
[7] Zie: https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/2025-01-01#BijlageVI
[8] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.
[9] http://www.agripress.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/64_0.pdf
[10] https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-vloeren/principe/

5. Verlagen van de pH van de mest
6. Verlagen van de ammoniumconcentratie van de mest
7. Reductie van het met mest besmeurde oppervlak
8. Reductie luchtuitwisseling tussen mestkelder en stal
9. Reductie van ammoniak in lucht die de stal verlaat door een nageschakelde techniek

Een staltechniek kan op meerdere ammoniakreducerende principes tegelijkertijd werken. Zo zorgt de bolheid van een bollevloerhok dat urine afloopt waardoor mest- en urine in de stal worden gescheiden. Tegelijkertijd is een bollevloerhok een dichte vloer waardoor het met mest besmeurde emitterende oppervlak verkleind wordt.[11] Een dergelijke staltechniek die op meerdere manieren ammoniak reduceert is ondergebracht bij één van de ammoniakreducerende principes (de bollevloerhok is bijvoorbeeld ondergebracht bij het principe 'Mest- en urine in de stal scheiden').

Naast staltechnieken is in de analyse ook de categorie managementmaatregelen meegenomen, managementmaatregelen kunnen op verschillende manieren de vorming of emissies van ammoniak reduceren. Deze managementmaatregelen hebben gemeen dat zij geen investering in een staltechniek inhouden en ook niet zijn opgenomen in Bijlage V of VI van de Omgevingsregeling. Wel vragen deze maatregelen een continu management van de veehouder, bijvoorbeeld door dagelijks het juiste rantsoen aan de dieren te verstrekken. Het risico op falen in deze groep managementmaatregelen zit in het al dan niet (voldoende) toepassen van een product of maatregel en niet in de aanwezigheid van een staltechniek en het gebruik ervan.

Behalve bijlage V en VI van de omgevingsregeling zijn ook de Vlaamse maatregelen om ammoniak te reduceren[12] geanalyseerd. Ook beschikbare innovaties zoals naar voren kwamen uit de Technieken Versnellingsaanpak[13] en het rapport 'Verkenning effecten landbouwinnovaties'[14] zijn in de analyse meegenomen en ondergebracht bij de verschillende ammoniakreducerende principes.

3.3 Beoordeling werking, falen, corrigeren en borgen

Aan de hand van een literatuurstudie zijn zowel de staltechnieken als managementmaatregelen beoordeeld op werking, falen, mogelijkheden om te corrigeren en hierop te borgen. Hierbij zijn ook een groot aantal bestaande systeembeschrijvingen zoals beschikbaar op het Informatiepunt Leefomgeving[15] doorgenomen. Naast de interne expertise die binnen Connecting Agri & Food aanwezig is en de gesprekken die gevoerd zijn met de projectpartners KokxDeVoogd en BCI, zijn nog de volgende sessies met sectorexperts in kader van deze analyse doorgegaan:

- Sessie over de werking van ammoniakreducerende maatregelen in de intensieve veehouderij met een projectleider Bouw van DLV Advies
- Sessie over de werking van ammoniakreducerende maatregelen in de grondgebonden veehouderij met een projectleider Bouw van DLV Advies
- Sessie met Loket Advies Stalemissies van RVO over het herschrijven van de systeembeschrijvingen door RVO.

[11] http://www.agripress.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/64_0.pdf
[12] https://www.vlm.be/nl/themas/waterkwaliteit/Mestbank/mest/Emissiereducerende-maatregelen-voor-de-veeteelt/Wetgeving/Paginas/default.aspx#2
[13] https://www.praktijkaanpak-emissiearme-veehouderij.nl/
[14] https://research.wur.nl/en/publications/verkenning-effecten-landbouwinnovaties-potentieel-van-landbouwinn
[15] Zie:

3.4 Selectie technieken, maatregelen met de daarbij behorende faalfactoren en mogelijke borgingsmechanismen

Aan de hand van een selectie van een zo representatieve set van staltechnieken en managementmaatregelen is in beeld gebracht op welke verschillende manier emissiereducerende stalmaatregelen kunnen falen en hoe deze in de praktijk geborgd kunnen worden. Bij de selectie van deze technieken en maatregelen is met volgende aspecten rekening gehouden:

1. Selectie van een techniek of maatregel per ammoniakemissie reducerende principe, de negen onderscheiden ammoniakreducerende principes zijn in 3 opgenomen. Daarnaast worden in de selectie naast technieken ook managementmaatregelen opgenomen waarmee emissies van ammoniak uit de stal worden gereduceerd.
2. Selectie op staltechnieken of maatregelen met faalfactoren; technieken of maatregelen die niet falen, zijn zodoende buiten beschouwing gelaten. Uit de analyse blijkt dat sommige staltechnieken in het geheel niet falen (mestopvang in water, doorlaatbare vloeren in de varkenshouderij of de mestband in de pluimveehouderij bijvoorbeeld). Wat betreft de geselecteerde staltechnieken wordt alleen ingegaan op de punten waarop deze falen. De meeste staltechnieken voldoen aan de meerderheid van de voorwaarden die in de systeembeschrijvingen zijn opgenomen, maar falen op specifieke punten.
3. Accent op staltechnieken of maatregelen die in de praktijk worden toegepast omdat daarvan de faalfactoren in beeld zijn. Wel worden enkele innovaties meegenomen waarvan faalfactoren ex ante kunnen worden ingeschat. Dit zijn enkel staltechnieken of managementmaatregelen vanaf TRL-niveau 7 (demonstratie prototype in operationele omgeving) en hoger, zoals opgenomen in de offerte van het project. Uit de inventarisatie blijkt dat in de melkveehouderij meer innovatieve staltechnieken bestaan die nog niet zijn opgenomen in Bijlage V of VI van de Omgevingsregeling dan in de andere dierlijke sectoren. De innovatieve managementmaatregelen hebben betrekking op de verschillende diersoorten.
4. Staltechnieken of managementmaatregelen in de melkvee-, varkens- en pluimveehouderij omdat voor deze sectoren de meeste staltechnieken en managementmaatregelen geïnventariseerd zijn. Voor deze diercategorieën is wel rekening gehouden met spreiding tussen subsectoren (bijvoorbeeld zowel maatregelen die bij biggen voorkomen, maar ook maatregelen die genomen worden bij vleesvarkens). In kleine sectoren zoals kalver- of konijnenhouderij zijn maar een zeer beperkt aantal staltechnieken of managementmaatregelen beschikbaar, waardoor het potentieel van deze maatregelen beperkt is en het falen erg specifiek.
5. Enerzijds staltechnieken of managementmaatregelen die technisch falen en anderzijds staltechnieken of managementmaatregelen die falen als gevolg van management van de veehouder. Wel zijn alleen falende staltechnieken meegenomen als een juiste werking ook geborgd kan worden. De afsluitkleppen in de cassettes in vloeren van melkveestallen die de kelder moeten afsluiten maar gaan open staan voordat de cassettes versleten zijn, zijn daarom niet geselecteerd in overleg met de opdrachtgever. Falende afsluitkleppen zijn in bepaalde vloeren met cassettes in de huidige uitvoering inherent aan de maatregel. Borging van een juiste werking van de afsluitkleppen lijkt bij deze vloeren praktisch niet haalbaar.
6. Bij de selectie is voorrang gegeven aan staltechnieken die in de praktijk veel worden toegepast zoals blijkt uit een categorisering gemaakt door RVO.

Rekening houdend met deze verschillende aspecten komt volgende representatieve set van staltechnieken en managementmaatregelen naar voren, zie Tabel 1. De meeste maatregelen in deze

representatieve set zijn geselecteerd voor een specifieke diersoort, alhoewel dezelfde maatregel dikwijls ook bij andere diersoorten kan worden toegepast. Omdat het falen, corrigeren en borgen per maatregel vaak per diersoort verschilt, is steeds gekozen om de staltechniek of managementmaatregel voor de specifieke diersoort uit te werken. De totale set maatregelen samen geeft inzicht in de oorzaken waarom ammoniakemissiemaatregelen falen, methodes om dit te corrigeren en manieren om te borgen op het resultaat van de gevraagde maatregelen (in plaats van op de aanwezigheid hiervan).

Tabel 1 Representatieve set van staltechnieken en managementmaatregelen om ammoniak te reduceren

Ammoniakemissie reducerend principe	Staltechniek of managementmaatregel	Diersoort	Omgevingsregeling / innovatie
Zeer frequent en zo volledig mogelijk afvoeren van mest en urine uit de stal	Mestschuif of mestrobot	Melkvee	Bijlage V Omgevingsregeling
Mest- en urine in de stal scheiden	Bollevloerhok[16]	Vleesvarkens	Bijlage V Omgevingsregeling
Drogen van mest	Mestbandbeluchting in batterij, volièrestal of bij grondhuisvesting	(Opfok-) Leghennen, vleeskuikens, parelhoenders of vleeskuikenouder-dieren	Bijlage V Omgevingsregeling
Verlagen van de temperatuur van de mest	Koel(dek)systeem	Biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens	Bijlage V Omgevingsregeling
Verlagen van de pH van de mest	Aanzuren van mest	Melkvee	Innovatie
Verlagen van de ammoniumconcentratie van de mest	Mestopvang in water	Melkvee	Innovatie
Reductie van het met mest besmeurde oppervlak	Sturing mestgedrag door voerlocatie, keuze vloermaterialen en/of hokinrichting	Guste en dragende zeugen, vleesvarkens	Bijlage V Omgevingsregeling
Reductie luchtuitwisseling tussen mestkelder en stal	Schuine putwanden	Biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens	Bijlage V Omgevingsregeling
	Frequente mestafvoer (waaronder dagontmesting)	Biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens	Bijlage V Omgevingsregeling

[16] Een bollevloerhok reduceert ammoniakemissies niet alleen door mest- en urine te scheiden, maar is daarnaast ook een dichte vloer waardoor het met mest besmeurde emitterende oppervlak verkleind wordt.

Reductie van ammoniak in lucht die de stal verlaat	Chemisch luchtwassysteem (LW2.10)	Vleeskuikens, vleesparelhoenders, vleeskalkoenen en bij vleeseenden die binnen worden gemest	Bijlage VI Omgevingsregeling
Managementmaatregelen	Reductie van de eiwitopname door minder eiwit in voer	Vleesvarkens	Innovatie
	Gedroogde maïskuil als strooisel	Vleeskuikens	Innovatie
	Benutten microbiologie (Animal Life Plus / Kopros) in stal of mest	Melkvee, varkens, pluimvee en geiten	Innovatie

4 Faalfactoren van staltechnieken en managementmaatregelen en borging in de praktijk

In dit hoofdstuk worden per ammoniakemissie reducerend principe de staltechnieken of managementmaatregelen uit Tabel 1 beschreven met de wijze waarop de techniek en het management van de veehouder kan falen bij toepassen van de staltechniek of managementmaatregel, alsook hoe het falen kan worden gecorrigeerd en de correcte werking geborgd. Daarnaast wordt door middel van een expert judgement[17] het voorgestelde borgingsmechanisme geëvalueerd op kosten, tijdsbesteding en uitvoerbaarheid voor of door de veehouder. Ook de betrouwbaarheid van het gebruik van de voorgestelde borgingsmechanismes wordt beoordeeld door aan te geven of spreiding in het gebruik te verwachten is. Oftewel: als verschillende veehouders hetzelfde borgingsmechanisme moeten toepassen, in hoeverre is spreiding te verwachten in de kwaliteit van wat voorgelegd of aangeleverd dient te worden. Deze evaluatie helpt om de voorgestelde borgingsmechanismen onderling te vergelijken en de trade-offs tussen de verschillende borgingsmechanismen in beeld te brengen.

4.1 Zeer frequent en zo volledig mogelijk afvoeren van mest en urine uit de stal

Door mest frequent en compleet te verwijderen wordt het contact tussen mest en urine beperkt, en de afbraaksnelheid van ureum verminderd. Hierdoor wordt de ammoniakemissie uit de stal verlaagd.[18] Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe is de mestschuif of mestrobot.

Mestschuif of mestrobot	
Algemene informatie	Toegepast bij melkvee. Onderdeel van diverse huisvestingssystemen die zijn opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Mestschuiven en -robots worden dermate vaak toegepast, dat deze technisch doorontwikkeld zijn en de techniek nagenoeg niet meer faalt. Bij een mestschuif is het alleen niet mogelijk om dwars(door)gangen schoon te schuiven.
Corrigeren techniek	Niet van toepassing
Borgen techniek	Niet van toepassing
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Melkveehouders stellen de schuiffrequentie van mestschuiven en -robots en de routes van mestrobots in functie van dierprestaties in en niet in functie van de reductie van ammoniakemissies. Als mestschuiven of mestrobots onvoldoende vaak (op bepaalde plaatsen) de mest en urine wegschuiven, wordt bijkomende ammoniak gevormd. Ook als de dweilfunctie van de mestschuif of mestrobot niet (meer)

[17] Naast de interne expertise van Connecting Agri & Food, is ook de expertise benut van Theo Mulders en Eric Pijnappels, Projectleider Bouw, DLV Advies

[18] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.

	voldoet als gevolg van een foute afstelling of slijtage worden vloeren onvoldoende schoon geschoven waardoor extra ammoniak wordt gevormd.
Corrigeren management	De melkveehouder dient de mestschuif of mestrobot over elk gedeelte van de vloer dagelijks voldoende vaak te laten gaan, conform stalbeschrijving. Om de mestschuif of mestrobot goed te laten schoonschuiven, moet voldoende onderhoud worden uitgevoerd. Het gebruik van water tijdens het schoonschuiven van de roosters kan aangewezen zijn tussen 1 april en 1 oktober.
Borgen management	Om zicht te hebben of de mestschuif of mestrobot elk gedeelte van de vloer voldoende vaak schoon geschoven heeft conform stalbeschrijving, dient deze informatie eenvoudig te kunnen worden uitgelezen op een toegankelijke plaats. Momenteel zijn voor de controle en registratie in de stalbeschrijving twee opties opgenomen; enerzijds een terugleesoptie op de bedieningscomputer en anderzijds een draaiurenteller op de aandrijfmotor. In de praktijk garanderen deze twee opties echter niet dat de benodigde informatie eenvoudig beschikbaar en toegankelijk is voor zowel een veehouder als controlerende overheid. Voor beide partijen lijkt een applicatie die als doel heeft om inzicht te verschaffen hoe vaak de mestschuif of -robot op elke plaats in de stal geweest is de relevante informatie eenvoudig beschikbaar en toegankelijk te kunnen maken. Hiervoor is de kennis van en samenwerking met de leverancier noodzakelijk. Ook bestaat de kans dat de leverancier voor de beschikbaarheid van een dergelijke applicatie een bepaalde abonnementskost zal aanrekenen. Om te controleren dat voldoende onderhoud is uitgevoerd kan een onderhoudscontract en facturatie ervan gevraagd worden. De kans is groot dat afsluiten van een onderhoudscontract voor een veehouder duurder is dan het zelf onderhouden van zijn mestschuif of -robot. Anderzijds zal de aanwezigheid van een onderhoudscontract wel bijdragen aan een betere werking van de mestschuif- of mestrobot wat leidt tot een schonere vloer. Een schone vloer heeft ook voordelen voor het welzijn en de productiviteit van de melkkoeien. Tot slot kan aan een veehouder gevraagd worden om regelmatig (bijvoorbeeld elke maand) vanuit een bepaalde herkenbare positie een scherpe foto te maken voor een digitaal logboek waarop zichtbaar is dat de vloer schoon is. De uitvoering hiervan is op zich eenvoudig en lijkt met behulp van applicaties vergelijkbaar met GeoTag enerzijds eenduidig uitvoerbaar en anderzijds goed controleerbaar te zijn. Dit brengt voor een veehouder wel extra werkzaamheden met zich mee. Ook wordt deze manier van toezicht door het bevoegd gezag nog weinig toegepast, waardoor hiermee ervaring moet worden opgedaan. De betrouwbaarheid is echter wel lager, aangezien het momentopname betreft.

Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Applicatie die (gelogde) gegevens beschikbaar stelt over de schuiffrequentie per plaats in de stal, op voorwaarde dat leverancier deze applicatie aanlevert: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme[19]: + • Complexiteit implementatie: +. Onderhoudscontract: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitaal logboek met foto´s vloer: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: +

4.2 Mest- en urine in de stal scheiden

Ammonium (NH4-N) wordt voor een klein deel als zodanig uitgescheiden in urine en feces, maar het overgrote deel wordt geproduceerd door omzetting van ureum of urinezuur, en verder wordt nog een klein deel geproduceerd door omzetting van organisch gebonden stikstof in de mengmest. De snelheid van omzetting van ureum en urinezuur is mede afhankelijk van de aanwezigheid van enzymen. Door het contact tussen mest en urine te beperken zou de vervluchtiging van ammoniak gereduceerd kunnen worden.[20] Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe is een bollevloerhok, waarbij de bolle vloer zich in het midden van de stal bevindt met vooraan een waterkanaal en achteraan een mestkanaal. De bolheid van de vloer zorgt dat urine afloopt naar mest- of waterkanaal.

Bollevloerhok	
Algemene informatie	Toegepast bij vleesvarkens, opfokberen en opfokzeugen.

[19] Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: veehouders zullende dit borgingsmechanisme in meer of minder mate op gelijke wijze toepassen. Hoe kleiner de spreiding, des te beter de borging.
[20] https://edepot.wur.nl/427311

	Een bollevloerhok is als maatregel opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling in combinatie met betonnen morsrooster en metalen driekantrooster.
Falen techniek	Niet van toepassing. De bolle vloer bezit geen technische vereisten, alleen dient de nodige aandacht besteed te worden aan de afwerking van de vloer. Dit faalt in de praktijk niet.
Corrigeren techniek	Niet van toepassing
Borgen techniek	Niet van toepassing
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Een bollevloerhok bestaat voor een gedeelte uit een dichte vloer. Op moment dat deze dichte vloer met mest bevuild raakt en niet schoongemaakt wordt, wordt dit een ammoniakemitterend oppervlakte.
Corrigeren management	Om te voorkomen dat de dichte, bolle vloer met mest bevuild raakt, is regelen en beheersen van het stalklimaat doorslaggevend. Een goede sturing van het mestgedrag van varkens moet de dichte, bolle vloer zoveel mogelijk mestvrij houden. Varkens vertonen van nature zindelijk gedrag. Door het sturen van het klimaat op de verschillende zones van de stal gaan de dieren liggen op de dichte vloer en mesten op de (driekant)rooster boven het mestkanaal. Daarom mag verse lucht niet op de bolle, dichte vloer vallen aangezien dit nadelig is voor het liggedrag. De dieren zullen dan mesten op de bolle vloer en boven het mestkanaal gaan liggen. Een rookproef wijst uit of het ventilatiesysteem goed functioneert. Zelfs bij een goed gestuurd mestgedrag zal een bolle vloer bevuild worden. Het reinigen van de dichte vloer dient dan ook na elke ronde grondig te gebeuren.
Borgen management	Een rookproef wijst uit of een ventilatiesysteem goed functioneert. Door op elk moment dat in de stal een wijziging met impact op ventilatie plaatsvindt een rookproef uit te voeren kan door de veehouder gecontroleerd worden of het ventilatiesysteem het juiste lig- en mestgedrag van vleesvarkens ondersteunt en zodoende een bevuilde bolle, dichte vloer voorkomt. De rookproef wordt uitgevoerd in samenwerking met een bedrijfsadviseur volgens een standaardprotocol. De resultaten van deze rookproef worden digitaal doorgestuurd aan de bevoegde overheid. Indien uit de rookproef blijkt dat het ventilatiesysteem niet goed functioneert worden binnen een te bepalen termijn de noodzakelijk aanpassingen gedaan en een nieuwe rookproef uitgevoerd volgens hetzelfde standaardprotocol. Ook deze resultaten worden digitaal aan de bevoegde overheid doorgestuurd. De bevuiling van een bollevloerhok is ook visueel waarneembaar. Aan een veehouder kan door het controlerend bevoegd gezag worden gevraagd om regelmatig (bijvoorbeeld elke maand) vanuit een bepaalde herkenbare positie een scherpe foto te maken voor een

	digitaal logboek waarop zichtbaar is dat de vloer schoon is. De uitvoering hiervan is op zich eenvoudig en lijkt met behulp van applicaties vergelijkbaar met GeoTag enerzijds eenduidig uitvoerbaar en anderzijds goed controleerbaar te zijn. Dit brengt voor een veehouder wel extra werkzaamheden met zich mee. Ook wordt deze manier van controle nog weinig toegepast, waardoor hiermee ervaring moet worden opgedaan. De betrouwbaarheid is echter wel lager, aangezien het momentopname betreft. In de systeembeschrijving bollevloerhok is op dit moment niets opgenomen over het belang van het regelen en beheersen van het stalklimaat om te voorkomen dat een bollevloerhok bevuild raakt. Het aanvullen van de systeembeschrijving op dit punt en bijscholen van de veehouder is wenselijk om met een bollevloerhok de gewenste hoeveelheid ammoniak te reduceren.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Rookproef in samenwerking met bedrijfsadviseur: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: + Digitaal logboek met foto´s vloer: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Uitvoeren aangevulde systeembeschrijving bollevloerhok met gebruikseisen rond het regelen en beheersen van het stalklimaat: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-

4.3 Drogen van mest

In de pluimveehouderij wordt emissiereductie vooral gerealiseerd door het beïnvloeden van het drogestofgehalte van de mest, zowel in systemen waarbij strooiselmest aanwezig is als in systemen waarbij mest (grotendeels) op mestbanden wordt opgevangen. Dit wordt gedaan door de

(strooisel)mest continu te drogen door er lucht over of door te blazen. Dit kan zowel stallucht zijn als (opgewarmde) buitenlucht.[21] Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe is de mestbandbeluchting in batterij, volièrestal of grondhuisvesting.

Mestbandbeluchting in batterij, volièrestal of grondhuisvesting	
Algemene informatie	Toegepast bij opfok leghennen, leghennen, vleeskuikens, parelhoenders in batterij en volièrestal en bij leghennen en vleeskuikenouderdieren bij grondhuisvesting. Opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Om mestbandbeluchting goed te laten functioneren dienen de onderdelen van het systeem goed op elkaar afgestemd te zijn. Hierbij zijn de afmetingen en diameters van bijvoorbeeld buizen waardoor lucht gaat, onderlinge afstanden van gaatjes of ventilatiekokers en capaciteit van ventilatoren bepalend voor een goede werking.[22] In de verschillende stalbeschrijvingen waar mestbandbeluchting een rol speelt, is met name aandacht voor de capaciteit van de beluchting en temperatuur van de lucht. Hiermee is echter niet afgedekt dat het systeem na installatie ook voldoende droogluchtdebiet realiseert en mest voldoende droogt. Als mest onvoldoende droogt, zijn bijkomende ammoniakemissies het gevolg.
Corrigeren techniek	Het is complex om de onderdelen van een systeem onderling goed op elkaar af te stemmen en de dimensionering te corrigeren als de onderdelen van de mestbandbeluchting niet correct op elkaar afgestemd werden geïnstalleerd. Daarom dient (tijdens de bouw) voorkomen te worden dat een systeem in de praktijk onvoldoende zal functioneren omdat onderdelen niet juist op elkaar zijn afgestemd. Wel kan mestbandbeluchting die onvoldoende functioneert waardoor de mest onvoldoende wordt gedroogd, worden aangevuld met een warmtewisselaar.
Borgen techniek	Tijdens de installatie van een mestbandbeluchting dient te worden toegezien op het juist installeren en op elkaar afstemmen van de verschillende onderdelen van een mestbandbeluchting. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken. De Wkb verzorgt momenteel vooral de bouwaspecten en de juiste toepassing van bouwmaterialen en constructie van het bouwwerk. De ventilatiecapaciteit voor woningen en kantoren is wel meegenomen voor mensen maar niet voor dieren. Een dimensionering

[21] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.
[22] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.

	van bijvoorbeeld luchtkanalen en ventilatoren voor de dieren lijkt echter wel passend binnen de Wkb. De plaatsing van een warmtewisselaar verlaagt het vochtigheidspercentage van de lucht die wordt gebruikt voor de mestbandbeluchting. Deze lucht kan meer vocht opnemen, zodat het doel van mestbandbeluchting alsnog wordt gerealiseerd.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ow-2009-10/Toezicht tijdens de bouw op een correcte dimensionering en afstellen van verschillende onderdelen van mestbandbeluchting door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/- Plaatsen van een bijkomende warmtewisselaar in geval de mest onvoldoende wordt gedroogd door de mestbandbeluchting: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +
Falen management	Als het debiet van beluchting niet goed is ingesteld, wordt de mest onvoldoende gedroogd met bijkomende ammoniakemissies tot gevolg.
Corrigeren management	De pluimveehouder is verantwoordelijk dat het debiet van mestbandbeluchting zo hoog is dat de mest op de mestband bij afdraaien het drogestofgehalte bevat zoals opgenomen in de stalbeschrijving.
Borgen management	Mestbandbeluchting is onderdeel van verschillende stalsystemen en in de meeste systeembeschrijvingen is opgenomen welk drogestofgehalte de mest op de mestband op moment van afdraaien dient te hebben (variërend van 45 tot 55%). Dit drogestofgehalte is te controleren aan de hand van (maandelijkse) analyses. Hierover is weinig tot niets opgenomen in de systeembeschrijvingen.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is	Analyse van drogestofgehalte van mest bij afdraaien van de mestband: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	

4.4 Verlagen van de temperatuur van de mest

De omzettingen in de mest die leiden tot emissie van NH3 zijn chemische en biochemische processen. Over het algemeen verlopen deze processen sneller bij een verhoging van de (mest-) temperatuur. Dit betekent dat de emissies hoger zullen zijn bij hogere temperaturen[23] en om dat te voorkomen wordt ingezet op het verlagen van de temperatuur van de mest. Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe is het koel(dek)systeem. Hiermee worden niet alleen ammoniakemissies gereduceerd, maar ook methaanemissies.

Koel(dek)systeem	
Algemene informatie	Toegepast bij biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens. Opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Om een koel(dek)systeem te doen functioneren kan gebruik gemaakt worden van een open koelcircuit waarbij mest wordt gekoeld met behulp van grondwater of van een gesloten koelcircuit waarbij een warmtepomp wordt ingezet voor het koelen van de mest. In de systeembeschrijving van een koel(dek)systeem is onduidelijk hoe de koelte van de mest precies moet worden bereikt, in de praktijk komt het dan voor dat een warmtepomp geplaatst wordt die niet het vermogen heeft om de mest voldoende te koelen.[24]
Corrigeren techniek	Het is weliswaar mogelijk, maar doorgaans duur om het vermogen van een koel(dek)systeem achteraf te corrigeren als deze te laag blijkt om de mest voldoende af te koelen tot de temperatuur die in de systeembeschrijving is opgenomen. Daarom dient (tijdens de bouw) voorkomen te worden dat een koel(dek)systeem in de praktijk onvoldoende zal koelen.
Borgen techniek	Tijdens de installatie van een koel(dek)systeem dient te worden toegezien dat dit koel(dek)systeem correct wordt geïnstalleerd. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ow-2009-

[23] https://edepot.wur.nl/427311
[24] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.

+: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	10/Toezicht tijdens de bouw op een voldoende vermogen van het koel(dek)systeem door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-
Falen management	Het koelen van mest levert voor de varkenshouder geen voordelen op voor de productiviteit van de dieren of voor dierenwelzijn. Een koel(dek)systeem zou daarentegen een ongewenste luchtstroom in de stal kunnen creëren. Veehouders die dit risico willen voorkomen, kunnen het koel(dek)systeem minder vaak of op een hogere temperatuur inschakelen.
Corrigeren management	De varkenshouder is verantwoordelijk dat de temperatuur van de mest zoals opgenomen in de systeembeschrijving wordt gerealiseerd (maximaal 15 graden Celsius) door het koel(dek)systeem voldoende vaak en op de juiste temperatuur in te schakelen.
Borgen management	Volgens de systeembeschrijving moet de temperatuur van de mest bovenin het mestkanaal automatisch worden geregistreerd. Van de geregistreerde waarden is tijdens de controle een uitdraai van de huidige en vorige productieperiode opvraagbaar. Door een datalogger op deze temperatuurmeter te plaatsen kan door het bevoegd gezag langer terug in de tijd worden gecontroleerd of de temperatuur steeds onder de gesteld grenswaarde is gebleven. Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst (waar nu tijdens een controle een uitdraai beschikbaar dient te zijn).
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Datalogger op registratiesysteem temperatuur van de mest: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid temperatuur mest: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

4.5 Verlagen van de pH van de mest

Een hoger ammoniumgehalte in de mest zal tot een hogere ammoniakemissie leiden. Door de pH van de mest omlaag te brengen door aanzuren van mest zal de ammoniakemissie lager zijn[25]. Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe is het aanzuren van mest bij melkvee.

Aanzuren van mest (in stal of opslag)	
Algemene informatie	Het aanzuren van mest in de melkveehouderij is praktijkrijp buiten Nederland (TRL9), maar in Nederland nog in onderzoek (TRL2-3). Het aanzuren van mest is zodoende in Nederland nog een innovatie die niet is opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Om alle mest in een mestkelder in stal of opslag aan te zuren, moet alle mest in contact komen met het toevoegde zuur. Op de meeste Nederlandse melkveebedrijven is weliswaar een mestmixer aanwezig, maar zijn de stallen niet zodanig uitgevoerd om alle mest in de mestkelder in beweging te zetten en zodoende toegevoegd zuur gelijkmatig te verspreiden en de pH van de volledige mestkelder te verlagen.
Corrigeren techniek	Een gelijkmatige verspreiding van toegevoegd zuur over de volledige mestkelder vraagt een mestmixsysteem die alle mest in de stal of in opslag kan mixen. Hiervoor is een krachtige, centrale mixer nodig die de mest in beweging zet en aanvullend een aantal kleinere mixers. Deze kleinere mixers zijn nodig in de mestput onder de roosters waar de koeien op staan. Het plaatsen van een dergelijk mixsysteem dient tijdens de bouw van de stal te gebeuren, het is duur en complex om dit achteraf correct te installeren en in bestaande stallen is dit vaak ook technisch niet meer mogelijk.
Borgen techniek	De correcte installatie van de juiste mestmixers dient tijdens de bouw te gebeuren. Door tijdens de bouw voldoende foto's van het mixsysteem te nemen en alle details vast te leggen, kan een correcte plaatsing van een mestmixsyteem worden geborgd. Hiervoor zou beroep gedaan kunnen worden op een onafhankelijk kwaliteitsborger.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ow-2009-10/Toezicht tijdens de bouw op het correct installeren van de juiste mixers door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

[25] https://edepot.wur.nl/427311

Falen management	Het aanzuren van mest vraagt een juiste dosering zuur. Dit zuur is voor de melkveehouder een kostenpost en aangezuurde mest levert niet direct extra voordeel op. Door een te lage dosering zuur daalt de pH van de mest niet voldoende waardoor de ammoniakemissies onvoldoende gereduceerd worden.
Corrigeren management	De melkveehouder is verantwoordelijk dat de pH van de mest daalt tot het gewenste niveau; bij een pH van 5,5 is de NH3-emissie gering.
Borgen management	Door de pH van de mest automatisch te registeren en een datalogger op deze pH-meter te plaatsen kan door het bevoegd gezag terug in de tijd worden gecontroleerd of de pH steeds tussen de gestelde grenswaardes is gebleven. Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Datalogger op pH-meter van de mest: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid pH mest: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

4.6 Verlagen van de ammoniumconcentratie van de mest

Door de mest te verdunnen daalt de ammoniumconcentratie, waardoor de emissie van NH3 wordt gereduceerd.[26] Dit wordt veel toegepast bij biggen door mest op te vangen en te verdunnen in een waterkanaal. Deze maatregel faalt niet in de praktijk en vraagt daarom geen aangepaste manier van borgen. Innovatief is het opvangen van mest in water bij melkvee.

Mestopvang in water	
Algemene informatie	Het opvangen van mest in water in de melkveehouderij is praktijkrijp in Nederland (TRL8-9). Het opvangen van mest in water in de melkveehouderij is in Nederland een innovatie die niet is opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Niet van toepassing
Corrigeren techniek	Niet van toepassing
Borgen techniek	Niet van toepassing

[26] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.

Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Het verdunnen van mest vraagt een juiste dosering water. Ook dient dit water regelmatig te worden toegediend door elke keer een dun laagje water over het mestoppervlak te spreiden. Bij runderdrijfmest ontstaat in de mestkelder namelijk een drijflaag (in tegenstelling tot varkensdrijfmest waar geen drijflaag ontstaat). Deze drijflaag is het gevolg van de samenstelling van runderdrijfmest die sterk wordt bepaald door het (ruw)voer dat melkkoeien als herkauwers opnemen. Nadeel van het gebruik van water is de toename van de mesthoeveelheid. Tijdens het groeiseizoen hoeft dat niet te leiden tot een tekort aan opslagcapaciteit, maar moet deze extra hoeveelheid mest wel worden uitgereden wat kosten met zich meebrengt. Wel sluit het gebruik van water tijdens het groeiseizoen goed aan bij het verdund uitrijden van drijfmest, dat ook een emissiereducerend effect heeft. Tijdens het stalseizoen dient ook extra opslagcapaciteit beschikbaar zijn, wat niet elke melkveehouder heeft. Door minder water toe te dienen, wordt de mest minder verdund en de ammoniakemissies minder gereduceerd.
Corrigeren management	De melkveehouder is verantwoordelijk dat mest verdund wordt met het gevraagde aandeel water en op de gevraagde regelmatig tijdstippen (aangezien het hier om een innovatie gaat, zijn deze parameters nog niet bepaald).
Borgen management	Door in waterleidingen een flowmeter te plaatsen, kan gemeten worden hoeveel water wordt toegediend. Aan deze flowmeter kan een datalogger gekoppeld worden. Op deze manier is de precieze hoeveelheid toegediend water te monitoren. De geleidbaarheid van de mest kan worden gecontroleerd met behulp van een EC-meter die op verschillende plaatsen in de mestkelder dient te worden geplaatst. De geleidbaarheid daalt naarmate de mest meer verdund is. Ook deze EC-meter kan worden uitgerust met een datalogger. Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/	Flowmeter in waterleiding: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + EC-meter in mest: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: +

uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	• Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Datalogger op flowmeter of EC-meter: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid gebruikte waterhoeveelheid of geleidbaarheid mest: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

4.7 Reductie van het met mest besmeurde oppervlak

De mestoppervlakte heeft een effect op de NH3-emissie bij huisvesting (stal). De vervluchtiging van NH3 neemt toe naarmate de met mest besmeurde oppervlakte of hokbevuiling toeneemt.[27] Door het mestgedrag van varkens te sturen, wordt het met mest besmeurd oppervlak gereduceerd.

Sturing mestgedrag door voerlocatie, keuze vloermaterialen en/of hokinrichting	
Algemene informatie	Toegepast bij guste en dragende zeugen en bij vleesvarkens. Sturing van het mestgedrag door voerlocatie, keuze vloermaterialen en/of hokinrichting is onderdeel van diverse maatregelen die zijn opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Varkens vertonen van nature zindelijk gedrag en houden hun eet- en slaapzones bij voorkeur gescheiden van de plekken waar ze mesten. Hoe dieper en smaller de hokken, hoe beter het mestgedrag omdat de afstand tussen de voederbak en het mestkanaal dan groter is. In bestaande systeembeschrijvingen wordt maar beperkt ingegaan op de juiste hokindeling om het mestgedrag te sturen en komt het belang van de lengte-breedteverhouding van de hokken niet aan bod. In kader van dierenwelzijn gaat aandacht naar de breedte van de eetplaatsen; dit kan ten koste gaan van de ideale lengte-breedteverhouding van de hokken om het mestgedrag te sturen.
Corrigeren techniek	Het mestgedrag moet zodanig worden gestuurd dat de mest van de dieren rechtstreeks in de mestkanalen terechtkomt en niet op bijvoorbeeld een eventueel aanwezige dichte vloer. Hiervoor zijn zowel de locatie van de voertrog als de lengte-breedteverhouding van

[27] https://edepot.wur.nl/427311

	de hokken van belang (deze lengte-breedteverhouding zou idealiter 2:1 bedragen).
Borgen techniek	Om het juiste mestgedrag te stimuleren, moeten stallen op de juiste manier ingericht worden. Omdat bij de inrichting van huisvesting de systeembeschrijvingen gevolgd dienen te worden, moet het belang van de juiste hokindeling en lengte-breedteverhouding van hokken te worden toegevoegd aan de systeembeschrijvingen die betrekking hebben op het stimuleren van het gewenste mestgedrag. Tijdens de inrichting van de stal dient te worden toegezien op het juist plaatsen van de voorziene huisvesting. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Het is te duur en complex om bestaande stallen aan te passen wat betreft locatie van de voertrog en lengte-breedteverhouding als systeembeschrijvingen op dit punt worden uitgebreid. Toezicht tijdens de inrichting van de stal op de juiste hokindeling en lengte-breedteverhouding door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +
Falen management	Tocht of een anderszins suboptimaal stalklimaat leidt tot hokbevuiling en extra met mest besmeurd oppervlakte omdat varkens ongewenst mestgedrag vertonen. Mest en urine in het hok – in plaats van in het mestkanaal – geeft extra ammoniakemissie.
Corrigeren management	Om het mestgedrag van varkens te sturen, is ook regelen en beheersen van het stalklimaat belangrijk. Varkens vertonen van nature zindelijk gedrag. Door het sturen van het klimaat op de verschillende zones van de stal gaan de dieren liggen op de dichte vloer en mesten op de (driekant)rooster boven het mestkanaal. Daarom mag verse lucht niet op de bolle, dichte vloer vallen aangezien dit nadelig is voor het liggedrag. De dieren zullen dan mesten op de bolle vloer en boven het mestkanaal gaan liggen. Een rookproef wijst uit of het ventilatiesysteem goed functioneert.
Borgen management	Een rookproef wijst uit of een ventilatiesysteem goed functioneert. Door op elk moment dat in de stal een wijziging met impact op ventilatie plaatsvindt een rookproef uit te voeren kan door de veehouder gecontroleerd worden of het ventilatiesysteem het juiste lig- en mestgedrag van vleesvarkens ondersteunt en zodoende een bevuilde bolle, dichte vloer voorkomt. De rookproef wordt uitgevoerd in samenwerking met een bedrijfsadviseur volgens een

	standaardprotocol. De resultaten van deze rookproef worden digitaal doorgestuurd aan de bevoegde overheid. Indien uit de rookproef blijkt dat het ventilatiesysteem niet goed functioneert worden binnen een te bepalen termijn de noodzakelijk aanpassingen gedaan en een nieuwe rookproef uitgevoerd volgens hetzelfde standaardprotocol. Ook deze resultaten worden digitaal aan de bevoegde overheid doorgestuurd. In de systeembeschrijvingen die gericht zijn op mestgedrag is op dit moment niets opgenomen over het belang van het regelen en beheersen van het stalklimaat om hokbevuiling te voorkomen. Het aanvullen van systeembeschrijvingen op dit punt en bijscholen van de veehouder is wenselijk om de gewenste hoeveelheid ammoniak te reduceren door het juiste mestgedrag te stimuleren.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Rookproef in samenwerking met bedrijfsadviseur: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: + Uitvoeren aangevulde systeembeschrijvingen die gericht zijn op mestgedrag met gebruikseisen rond het regelen en beheersen van het stalklimaat: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-

4.8 Reductie luchtuitwisseling tussen mestkelder en stal

Aangezien in stallen met mestkelders, de mestkelder ook een bron van NH3 is, is beperking van de luchtuitwisseling tussen de stal en de mestkelder een optie om vervluchtiging van NH3 te reduceren.[28] Een voorbeeld van dit ammoniakemissie reducerend principe zijn de schuine putwanden in de varkenshouderij.

Schuine putwanden	
Algemene informatie	Toegepast bij biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens. Onderdeel van diverse huisvestingssystemen die zijn opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.

[28] https://edepot.wur.nl/427311

Falen techniek	Door een schuine putwand uit te voeren in ruw materiaal vervuilt de schuine putwand tijdens een ronde. Ook betonnen schuine wanden die ter plaatse worden gestort, hebben het risico niet glad genoeg te zijn. Daarnaast kan de wand na verloop van tijd ruw worden door de chemische inwerking van mest. Een ruwe schuine putwand raakt met mest bevuild en wordt zodoende een ammoniakemitterend oppervlakte. Bij het plaatsen van schuine putwanden falen de meeste onderdelen die beschreven zijn in het technisch informatiedocument 'Schuine wanden in stallen voor varkens'[29] niet, zoals de minimale helling, etc.
Corrigeren techniek	Een putwand van ruw materiaal is achteraf moeilijk te vervangen; dit zou een zeer vergaand ingrijpen in de stal vragen. Daarom dient voorkomen te worden dat een schuine putwand van ruw materiaal wordt geplaatst of dat materiaal gebruikt wordt dat ruw wordt in de loop van de tijd.
Borgen techniek	Tijdens de bouw dient toegezien te worden dat schuine putwanden worden geplaatst van glad materiaal (zoals betonnen wanden die zeer glad en mestbestendig zijn uitgevoerd, gecoate betonnen wanden of kunststofwanden). Betonnen wanden die slechts aan één kant glad uitgevoerd zijn en aangeschuind geleverd worden, kunnen foute plaatsing voorkomen; door de afschuining is het dan onmogelijk om de wanden per ongeluk verkeerd met de ruwe kant aan de mestzijde te monteren. Toezicht op plaatsing van schuine putwanden dient op dit moment door het bevoegd gezag te worden uitgevoerd. Omdat dit bevoegd gezag verantwoordelijk is voor een beperkte regio en per jaar weinig nieuwe stallen per regio gebouwd worden, doet het bevoegd gezag relatief weinig ervaring op met het toezicht op de plaatsing van correcte schuine putwanden. Daarom lijkt toezicht tijdens de bouw via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb) ook zinvol voor het juist uitvoeren van stallenbouw. Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken. Als schuine wanden eenmaal geplaatst zijn is het tijdens een controle door het bevoegd gezag zeer moeilijk om te zien of deze van het juiste materiaal zijn omdat deze zich onder de roosters bevinden.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig	Toezicht tijdens de bouw van de schuine putwand op het juiste materiaal door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +

[29] Technisch informatiedocument 'schuine wanden in stallen voor varkens' | Informatiepunt Leefomgeving

+/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	• Complexiteit implementatie: +
Falen management	Schuine wanden dienen door een veehouder na afloop van elke ronde gereinigd te worden zoals opgenomen is in de stalbeschrijving. Als schuine putwanden niet na elke ronde worden gereinigd kan de mest die tijdens de ronde op de schuine putwand is achtergebleven de oorzaak vormen dat bijkomende mest op de schuine putwand ophoopt en de schuine putwand zodoende een ammoniakemitterend oppervlakte wordt. Ook dient een veehouder de mest in de mestkelder met schuine putwanden voldoende vaak af te laten zoals beschreven is in de stalbeschrijving.
Corrigeren management	Na elke ronde dient een veehouder de schuine put schoon te spuiten, ook al is deze niet goed zichtbaar of niet eenvoudig schoon te spuiten. Ook is de veehouder verantwoordelijk om de mestkelder op tijd te legen.
Borgen management	Aan een veehouder kan door het controlerend bevoegd gezag worden gevraagd om regelmatig (bijvoorbeeld elke maand) vanuit een bepaalde herkenbare positie een scherpe foto te maken voor een digitaal logboek waarop zichtbaar is dat de schuine putwand schoon is en het mestniveau niet te hoog staat. De uitvoering hiervan is op zich eenvoudig en lijkt met behulp van applicaties vergelijkbaar met GeoTag enerzijds eenduidig uitvoerbaar en anderzijds goed controleerbaar te zijn. Dit brengt voor een veehouder wel extra werkzaamheden met zich mee. Ook wordt deze manier van controle nog weinig toegepast, waardoor hiermee ervaring moet worden opgedaan.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Digitaal logboek met foto´s schuine putwanden: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: +/- • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: +

Behalve schuine putwanden draagt ook een frequente mestafvoer in de varkenshouderij bij aan een beperkte luchtuitwisseling tussen de stal en de mestkelder waardoor de vervluchtiging van NH3 wordt gereduceerd.

Frequente mestafvoer (waaronder dagontmesting)	
Algemene informatie	Toegepast bij biggen, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, vleesvarkens. Onderdeel van diverse huisvestingssystemen die zijn opgenomen in Bijlage V Omgevingsregeling.
Falen techniek	Om mest frequent af te voeren moeten mestkanalen worden geleegd ('afgelaten') via gaten in de kanaalbodem en rioleringsbuizen. De mest wordt opgevangen in een afgesloten opvangput. Om te voorkomen dat dikke delen achterblijven is het zaak dat de mest in het mestkanaal snel naar de afvoergaten stroomt. Dat moet worden bereikt door de diameters van de rioolbuizen af te stemmen op het mestvolume dat er doorheen moet.[30] Een rioleringsbuis (en/of een centrale afvoerleiding) of een opvangput die niet juist gedimensioneerd is, of een scherpe bocht in een rioolleiding leidt tot mest dat te traag wegstroomt. Hierdoor blijven dikke delen in het kanaal achter die voor extra emissies zorgen. Omdat bij dagontmesting maar kleine hoeveelheden mest moeten worden afgelaten, verminderd de zuigende werking van de afvoergaten als de rioleringsbuizen niet goed zijn afgestemd op deze kleine hoeveelheden, met als risico dat mest achterblijft in de mestkanalen.
Corrigeren techniek	Het is complex om de onderdelen van een systeem onderling goed op elkaar af te stemmen en de dimensionering te corrigeren als de verschillende onderdelen om mest frequent af te voeren niet correct op elkaar afgestemd werden geïnstalleerd. Daarom dient (tijdens de bouw) voorkomen te worden dat een systeem in de praktijk onvoldoende zal functioneren. Wel kunnen mestkanalen waarin dikke delen uit de mest zijn achtergebleven, worden gespoeld, hiervoor dient een spoelproces opgesteld te worden.
Borgen techniek	Tijdens de installatie van de mestkanalen, afvoergaten, rioleringsbuizen en opvangput dient te worden toegezien op het juist installeren en correct op elkaar afstemmen van de verschillende onderdelen. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken.

[30] https://edepot.wur.nl/573878 Bremer, B. e.a. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk; Inventarisatie analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, 2022.

	Het instellen van een spoelproces zorgt dat achtergebleven mestdelen alsnog worden weggespoeld waardoor extra emissies worden voorkomen.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Toezicht tijdens de plaatsing van mestaflaten door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/- Instellen van een spoelproces in geval mestdelen achterblijven in het mestkanaal: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: +Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +
Falen management	Mestkanalen dienen zo vaak geleegd te worden als in de stalbeschrijving is opgenomen. Dit vraagt actie van de veehouder, in geval van dagontmesting moet dagelijks actie ondernomen worden. Het management van de veehouder faalt als hij van de gevraagde frequentie van het legen van mestkanalen afwijkt.
Corrigeren management	Een veehouder is verantwoordelijk om de mestkanalen op tijd te legen, zoals beschreven in de stalbeschrijving. In geval van dagontmesting moeten de aanwezige mestkanalen dagelijks worden afgelaten.
Borgen management	In mestkanalen kunnen niveaumelders worden geplaatst die de veehouder attenderen dat het maximale niveau is bereikt (bijvoorbeeld vlotter met lamp of geluid). Aan deze niveaumelders kunnen dataloggers worden gekoppeld die het mestniveau registreren. Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar	Niveaumelders in mestkanaal: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Datalogger op niveaumelders in mestkanaal: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: +

- : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	• Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid niveau mest: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +

4.9 Reductie van ammoniak in lucht die de stal verlaat door een nageschakelde techniek

Nageschakelde technieken zijn end-of-pipe technieken die niet de vorming, maar wel de emissie van gevormde ammoniak beperken. Luchtwassers worden in combinatie met mechanische ventilatie toegepast om ervoor te zorgen dat alle stallucht door de wasser gaat. Bij chemische luchtwassers wordt de ammoniak in de stallucht gebonden aan het zuur die aan de was-vloeistof wordt toegevoegd, met als gevolg een reductie van de ammoniakemissie uit de stal.[31]

Chemisch luchtwassysteem (LW2.10)	
Algemene informatie	Toegepast bij vleeskuikens, vleesparelhoenders, vleeskalkoenen en bij vleeseenden die binnen worden gemest. Opgenomen in Bijlage VI Omgevingsregeling.
Falen techniek	Om een luchtwasser de gewenste hoeveelheid emissies te doen reduceren, moet deze juist gedimensioneerd zijn, waarbij de capaciteit van het luchtwassysteem gelijk moet zijn aan de totale maximale ventilatiebehoefte van de dieren die worden gehouden in die stal.[32] De ventilatiebehoefte van groeiende dieren zoals vleeskuikens wijzigt steeds tijdens een ronde, waarbij het risico bestaat dat tijdens installatie een luchtwasser niet op de maximale ventilatiebehoefte wordt gedimensioneerd. Sowieso dient voor een goede werking van een luchtwasser de omvang van het waspakket en de capaciteit van de ventilatoren in combinatie met het juist gedimensioneerd te worden zodat stallucht een minimale tijd in het waspakket verblijft om voldoende te worden gereinigd. Wanneer deze diverse onderdelen niet goed op elkaar afgestemd zijn, worden emissies onvoldoende gereduceerd.

[31] https://edepot.wur.nl/427311
[32] https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/stalsystemen-aanvullende-technieken/luchtwassers/eisen-gebruik/capaciteit/

Corrigeren techniek	Het is complex om de onderdelen van een systeem onderling goed op elkaar af te stemmen en de dimensionering te corrigeren als een luchtwasser en bijbehorende ventilatie tijdens installatie niet correct werden gedimensioneerd. Daarom dient (tijdens de bouw) voorkomen te worden dat een systeem in de praktijk onvoldoende zal functioneren omdat onderdelen niet juist op elkaar zijn afgestemd o te klein gedimensioneerd zijn.
Borgen techniek	Tijdens de installatie van een luchtwasser en bijbehorende ventilatie dient te worden toegezien op het juist installeren en op elkaar afstemmen van de verschillende onderdelen behorend tot een goed functionerende luchtwasser. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken.
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ow-2009-10/Toezicht tijdens de bouw op een correcte dimensionering en afstellen van verschillende onderdelen van mestbandbeluchting door een onafhankelijk kwaliteitsborger: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-
Falen management	Een luchtwasser die niet voldoende onderhouden wordt, reduceert onvoldoende ammoniakemissies. In de beschikbare werkinstructie met betrekking tot onderhoud en controle bij luchtwassers is opgenomen dat een veehouder de luchtwasser elk jaar laat onderhouden en controleren door iemand die daar de juiste deskundigheid voor heeft.[33] In de pluimveehouderij ontstaat meer stof dan in andere veehouderijsectoren waardoor meer onderhoud van de luchtwasser nodig is. Voor een goed functioneren van de luchtwasser zou een vleeskuikenhouder daarom na elke vleeskuikenronde de met stof vervuilde luchtwasser dienen te reinigen. Omdat dit een zeer tijdrovende activiteit is, wordt dit niet gedaan. Omdat teveel luchtverplaatsing in de stal - zeker bij jonge vleeskuikens - kan zorgen voor gezondheidsproblemen, bestaat het risico dat pluimveehouders de circulatieventilatoren (te) zacht of zelfs helemaal uit zetten.
Corrigeren management	Een pluimveehouder is verantwoordelijk voor het reduceren van de in zijn vergunning vooropgestelde emissiereducties door middel van een

[33] https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/stalsystemen-aanvullende-technieken/luchtwassers/eisen-gebruik/werkinstructie-onderhoud-controle/

	luchtwasser. Alhoewel een vleeskuikenhouder die de luchtwasser jaarlijks laat onderhouden door een deskundig persoon voldoet aan de opgestelde werkinstructie met betrekking tot onderhoud en controle bij luchtwassers, is daarmee een goede werking van de luchtwasser niet gegarandeerd. Een veehouder is verantwoordelijk om de luchtwasser voldoende te reinigen en onderhouden zodat de luchtwasser de gevraagde emissies kan reduceren. Dit kan voor een vleeskuikenhouder betekenen dat na elke ronde onderhoud uitgevoerd dient te worden. Ook moet het ventilatiedebiet voldoende hoog zijn ingesteld.
Borgen management	Een goede werking van een chemische luchtwasser kan worden geborgd door de elektronische monitoring van relevante parameters die gelogd worden bijgehouden en digitaal beschikbaar zijn, zoals op dit moment al voorgeschreven.[34] Alhoewel door middel van elektronische registratie van het debiet van de ventilator en een datalogger van de geregistreerde gegevens geborgd kan worden dat het maximale ventilatiedebiet waarop de luchtwasser gedimensioneerd is ook gerealiseerd wordt, lijkt het meten van werkelijke emissies even zinvol. Het gebruik van sensoren om emissies uit de stal te meten kan aantonen of het zachter zetten van ventilatoren bij jonge kuikens al dan niet onvoldoende emissiereductie oplevert.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Elektronische monitoring van relevante parameters die gelogd worden bijgehouden en digitaal beschikbaar zijn, zoals op dit moment al voorgeschreven: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Toepassen van sensoren die werkelijke stalemissies meten: • Kosten veehouder: -/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-

[34] https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/stalsystemen-aanvullende-technieken/luchtwassers/eisen-gebruik/werking-elektronische-monitoring/

4.10 Managementmaatregelen

Managementmaatregelen kunnen op verschillende manieren de vorming of emissies van ammoniak reduceren. Zo is het voer een bepalende factor voor de samenstelling van de geproduceerde mest en urine. Hogere stikstofgehalten in het voer geven in het algemeen een hogere ammoniakvervluchtiging. Ook kan de samenstelling van mest en urine beïnvloed worden.[35]

Managementmaatregelen hebben gemeen dat zij geen investering in een techniek van de veehouder vragen en ook niet zijn opgenomen in Bijlage V of VI van de Omgevingsregeling. Wel vragen deze maatregelen een continu management van de veehouder, bijvoorbeeld door dagelijks het juiste rantsoen aan de dieren te verstrekken. Het risico op falen in deze groep managementmaatregelen zit in het al dan niet (voldoende) toepassen van een product en niet in de aanwezigheid van een techniek en het gebruik ervan. Een voorbeeld van een managementmaatregel om ammoniakreducties in de varkenshouderij te reduceren is een reductie van eiwitopname door minder eiwit in het voer te verstrekken.

Reductie van de eiwitopname door minder eiwit in voer	
Algemene informatie	Erkend als ammoniakreducerende maatregel bij vleesvarkens in Vlaanderen[36], maar niet in Nederland.
Falen techniek	Niet van toepassing. Het principe van een verlaging van het ruw eiwitgehalte is gebaseerd op het feit dat varkens niet zozeer behoefte hebben aan ruw eiwit maar aan aminozuren. Verlaging van het ruw eiwitgehalte met behoud van de hoeveelheid essentiële aminozuren leidt bij vleesvarkens tot een onderling betere afstemming van de behoefte aan en het aanbod van stikstof.[37] Hierdoor vermindert het overschot aan stikstof, wat leidt tot een reductie van ammoniakemissies.
Corrigeren techniek	Niet van toepassing
Borgen techniek	Niet van toepassing
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Een veehouder dient dagelijks minder eiwit in het voer aan de vleesvarkens te voeren door beter verteerbare aminozuren te verstrekken. Als een veehouder hiervan afwijkt, neemt de hoeveelheid stikstof in urine en mest toe, waardoor ook de ammoniakemissies stijgen.
Corrigeren management	Dagelijks minder eiwit aan vleesvarkens voeren volgens een op te stellen beschrijving.
Borgen management	In Vlaanderen wordt de reductie van eiwitopname geborgd doordat veehouders hiervoor documenten als bewijsmateriaal bewaren. Daarvoor houdt een veehouder een overzicht van alle geleverde

[35] https://edepot.wur.nl/427311
[36] https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/PASlijst/PAS_V_45_Reductie_van_de_eiwitopname.pdf
[37] wetenschappelijke_factsheet_verlagen_eiwitgehalte_0.pdf

	voeders bij, waarop de hoeveelheid voer en het gehalte aan ruw eiwit zijn vermeld. Ook de afleverbonnen en facturen worden bewaard. Ook houdt de veehouder per diercategorie en per jaar een voederregister bij waaruit de totale hoeveelheid ruw eiwit voor het volledige productiejaar kan worden afgeleid. In het voederregister worden alle voeders geregistreerd die aan een bepaalde diercategorie gevoerd worden. Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst, in Vlaanderen worden deze gegevens op dit moment niet digitaal opgevraagd. Ook dient in Vlaanderen het aanwezige voer op elk moment te voldoen aan het percentage ruw eiwit zoals beschreven in het overzicht van de geleverde voeders. De controlerende overheid kan ten alle tijde bij een fysiek bezoek monsters nemen van alle voeders die op het bedrijf aanwezig zijn om het ruw eiwit te analyseren. Het gebruik van sensoren om emissies uit de stal te meten kan aantonen of de reductie van eiwitopname leidt tot de voorgeschreven reductie in stalemissies. Het borgen van het directe resultaat van deze managementmaatregel kan lastig zijn (namelijk minder uitscheiding van stikstof in urine).
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Controle overzicht geleverde voeders, afleverbonnen, facturen en voederregisters tijdens een fysiek bezoek: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: +/- • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid overzicht geleverde voeders, afleverbonnen, facturen en voederregisters: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/-Complexiteit implementatie: + Toepassen van sensoren die werkelijke stalemissies meten: • Kosten veehouder: -/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +

	• Complexiteit implementatie: +/-

Een ander voorbeeld van een managementmaatregel om ammoniakreducties te reduceren is het gebruik van gedroogde maïskuil als strooisel in de pluimveehouderij.

Gedroogde maïskuil als strooisel	
Algemene informatie	Erkend als ammoniakreducerende maatregel bij vleeskuikens in Vlaanderen[38], maar niet in Nederland.
Falen techniek	Niet van toepassing. De daling in ammoniakemissie wordt behaald door het gebruik van gedroogde ingekuilde snijmaïssilage als strooisel. Dit strooiselmateriaal heeft een lagere pH dan de traditioneel gebruikte strooiselmaterialen waardoor de vorming van ammoniak wordt geremd.[39]
Corrigeren techniek	Niet van toepassing
Borgen techniek	Niet van toepassing
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Een veehouder dient een volledige ronde enkel gedroogde ingekuilde snijmaïssilage als strooisel te gebruiken. Om verzekerd te zijn van een emissiereducerende werking moet de snijmaïssilage in Vlaanderen tenminste 2 maanden ingekuild zijn geweest en een pH hebben lager dan 4,3. Als een veehouder hiervan afwijkt, neemt de pH van het strooisel toe, waardoor ook de ammoniakemissies stijgen.
Corrigeren management	Gedurende een volledige ronde enkel gedroogde ingekuilde snijmaïssilage als strooisel gebruiken dat tenminste 2 maanden ingekuild geweest is en een pH heeft van minder dan 4,3.
Borgen management	In Vlaanderen wordt het gebruik van snijmaïssilage geborgd doordat veehouders hiervoor documenten als bewijsmateriaal bewaren. Daarvoor houdt een veehouder facturen van aangekochte snijmaïssilage bij of kunnen de beteelde percelen worden aangetoond aan de hand van de Gecombineerde opgave. De landbouwer houdt ook een logboek bij waarin de opzet- en afleverdata van de vleeskuikens worden genoteerd, alsook de leveringsdatum, de hoeveelheid aangekocht strooisel en het drogestofgehalte. De facturen (met hierop de leverdatum, de hoeveelheid en het drogestofgehalte) worden als bewijs toegevoegd aan het logboek. De pH van de op het bedrijf aanwezige kuilen moet lager zijn dan 4,3. De kuilen zijn buiten het moment van inkuilen volledig afgedekt.

38 https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/PASlijst/PAS_P_61_Voorgedroogde_snijmaissilage_als_strooisel.pdf

39 https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/PASlijst/PAS_P_61_Voorgedroogde_snijmaissilage_als_strooisel.pdf

	Deze gegevens kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst, in Vlaanderen worden deze gegevens op dit moment niet digitaal opgevraagd. Het gebruik van sensoren om emissies uit de stal te meten kan aantonen of het gebruik van gedroogde maïskuil als strooisel leidt tot de voorgeschreven reductie in stalemissies.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Controle logboek met ronde data vleeskuikens en facturen en aankoopgegevens snijmaïssilage tijdens een fysiek bezoek: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: +/- • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid overzicht geleverde voeders, afleverbonnen, facturen en voederregisters: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: + Toepassen van sensoren die werkelijke stalemissies meten: • Kosten veehouder: -/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/-

Een mogelijk innovatief voorbeeld van een managementmaatregel om ammoniakreducties te reduceren is het gebruik van producten de werking van microbiologie benutten in diverse veehouderijsectoren.

Benutten werking microbiologie (Animal Life Plus/Kopros) in de stal of mest	
Algemene informatie	Het benutten van de werking van microbiologie om ammoniak te reduceren is een innovatie die niet erkend is als ammoniakreducerende maatregel. Wel worden verschillende producten in de praktijk toegepast.
Falen techniek	De precieze relatie tussen de werking van microbiologie en de reductie van ammoniakemissies is onbekend.

Corrigeren techniek	Om de precieze relatie tussen de werking van microbiologie en de reductie van ammoniakemissie inzichtelijk te maken, dienen betrouwbare onderzoeksresultaten beschikbaar gesteld te worden.
Borgen techniek	Niet van toepassing
Voor- en nadelen voorgestelde borging techniek	Niet van toepassing
Falen management	Het benutten van de werking van microbiologie in stallen of mest vraagt een juiste dosering product. Ook dient het product op de juiste tijdstippen (variërend van meermaals per dag tot maandelijks) gelijkmatig te worden verdeeld in de stal of over de mest. Door het product in een te lage dosering, onvoldoende vaak of niet gelijkmatig te verdelen, wordt de werking van microbiologie onvoldoende geactiveerd waardoor de ammoniakemissies onvoldoende gereduceerd worden.
Corrigeren management	Om de werking van microbiologie te benutten moeten de producten die hiervoor noodzakelijk zijn in een voldoende hoge dosering, voldoende vaak en gelijkmatig verdeeld toe worden gepast.
Borgen management	Om een product dat de werking van microbiologie benut in een voldoende hoge dosering, voldoende vaak en gelijkmatig verdeeld toe te passen, dient dit product te worden toegediend volgens een standaardmethodiek door iemand die hiervoor opgeleid is. De bewijsstukken (opleidingscertificaat, facturen en betaalbewijzen product, logboek met informatie over momenten van toediening) kunnen ook digitaal worden opgevraagd door een omgevingsdienst. Het gebruik van sensoren om emissies uit de stal te meten kan aantonen of het toegediende product leidt tot de voorgeschreven reductie in stalemissies.
Voor- en nadelen voorgestelde borging management +: kosten zijn laag/tijdsbesteding is beperkt/uitvoerbaarheid is groot/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is klein/implementatie is eenvoudig +/-: kosten zijn beheersbaar/tijdsbesteding is beheersbaar/uitvoerbaarheid is haalbaar/ spreiding in toepassen borgingsmechanisme is beperkt/implementatie is haalbaar - : kosten zijn hoog/tijdsbesteding is groot/ uitvoerbaarheid is laag/spreiding in toepassen borgingsmechanisme is groot/implementatie is complex	Toedienen van een product dat de werking van microbiologie benut door een hiervoor opgeleid persoon: • Kosten veehouder: +/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: + Digitale beschikbaarheid bewijsstukken toediening product: • Kosten veehouder: + • Tijdsbesteding veehouder: +/- • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: +/- • Complexiteit implementatie: +

	Toepassen van sensoren die werkelijke stalemissies meten: • Kosten veehouder: -/- • Tijdsbesteding veehouder: + • Tijdsbesteding bevoegd gezag: + • Uitvoerbaarheid voor veehouder: + • Spreiding in toepassen borgingsmechanisme: + • Complexiteit implementatie: +/- (bij gesloten mechanisch geventileerde stal)

4.11 Borging faalfactoren in de huidige praktijk

Uit de genoemde borgingsmechanismen die in de selectie zijn behandeld, blijkt dat verschillende instrumenten ingezet kunnen worden om te borgen of bepaalde technieken en managementmaatregelen goed toegepast worden. Daarbij betreffen het vaak mechanismen die het resultaat van de staltechniek of managementmaatregel borgen. Als voorbeeld: Aanwezigheid en in werking zijn van een mestschuif is controle op het middel, het controleren op een schone vloer is controle op goede werking en toepassing van de mestschuif. Dit laatste geeft een betere borging op het te behalen resultaat met betrekking tot ammoniakemissie. Het meten met sensoren is een borgingsmechanisme wat valt onder doelsturing. Dit borgingsmechanisme controleert de gehele set aan technieken, systemen en maatregelen op de daadwerkelijke emissie. De verschillende borgingsmethoden kunnen op verschillende wijze worden toegepast binnen de huidige en nieuwe hybride vergunningssystematiek (Rijksoverheid, 19 december 2024).

Monitoringsinstrumenten die uit de geselecteerde staltechnieken en managementmaatregelen voorgesteld worden voor betere borging zijn als volgt:

- Digitale foto's in een logboek ter controle van schone vloeren bij mestschuif, of -robot, bollevloerhok en schuine putwanden;
- Rookproeven ter controle van een goed stalklimaat bij bollevloerhok en sturing mestgedrag;
- Extra analyses zoals bij drogestofgehalte van mest bij afdraaien van de mestband;
- Metingen die digitaal continue of zeer frequent aanwezig zijn zoals temperatuur van mest bij koel(deksysteem), pH van mest bij aanzuren, gebruikte waterhoeveelheid of geleidbaarheid mest bij mestopvang in water, niveau mest bij frequente mestafvoer.

Deze vormen van borging sturen dus op het resultaat van de techniek of maatregel en zijn een verbetering ten opzichte van de huidige manieren van borging. Er wordt namelijk niet alleen gekeken naar aanwezigheid en/of werking van het middel, maar ook naar een tussenresultaat van een techniek of maatregel zoals is beschreven in de set van staltechnieken en managementmaatregelen.

Voor de beoordeling van de werking van een luchtwasser worden momenteel gelogde gegevens gevraagd. Omdat een luchtwasser als direct doel heeft om de ammoniakemissies van de uitgaande stallucht te reduceren, lijkt het voor de hand liggend om borging te baseren op monitoring van de daadwerkelijke stalemissies.

Ook voor de borging van managementmaatregelen (zoals minder eiwit in voer, maïskuil als strooisel, en producten die de werking van microbiologie benutten om ammoniakemissies te reduceren) kunnen eerdergenoemde monitoringsinstrumenten worden gebruikt (aankoopbewijzen en facturen). Omdat het borgen van het directe resultaat van een managementmaatregel lastig kan zijn (zoals minder uitscheiding van stikstof in urine), lijkt het monitoren van de werkelijke stalemissies met sensoren ook voor het borgen van managementmaatregelen voor de hand te liggen.

Ook de borging van de werking van de andere maatregelen zou kunnen door middel van sensormetingen op stalemissies, in combinatie met een emissieplafond in de vergunning, waarbij de gehele set aan technieken, systemen en maatregelen gecontroleerd wordt. Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven is de ontwikkeling met continue emissiemetingen met sensoren bij gesloten, mechanisch geventileerde stallen in een verder gevorderd stadium dan doelsturing bij open, natuurlijk geventileerde stallen. Aangezien er per systeem of maatregel er verschillende faalfactoren kunnen optreden, is doelsturing op stalemissies naar verwachting niet voldoende. Het bevoegd gezag heeft vooraf inzage nodig hoe een veehouder zich kan committeren aan het emissieplafond zoals deze beschreven staat in de vergunningaanvraag. En bij de aanwezigheid van meerdere faalfactoren is er dan bij enkel doelsturing op emissie uit de stal geen inzicht in waar het fout gaat en geeft dit de veehouder geen handelingsperspectief om te verbeteren. Daarom zal bij meerdere faalfactoren er ook borging/controle moeten zijn op de diverse middelen die de veehouderij heeft om te sturen op emissie.

Doelsturing zal hogere kosten en tijdsbesteding voor de veehouder met zich meebrengen. Op dit moment zijn de kosten te hoog voor brede implementatie. Verwacht wordt dat deze zullen dalen bij brede implementatie. Daar zullen de voordelen van flexibiliteit en eigen, passende keuzes voor bedrijfsvoering tegenover staan is de verwachting. Daarbij zal een goed functionerende vorm van doelsturing bijdragen aan een beter imago van de veehouder richting de omgeving doordat er een betere borging is van de vergunde emissie. (Van Kampen en Moonen, 2025) De tijdsbesteding voor bevoegd gezag is nog onbekend. Door TNO wordt geadviseerd dat het bevoegd gezag toezicht gaat houden op periodiek aan geleverde gegevens (3x per jaar) in combinatie met fysiek toezicht op de locatie. Daarbij adviseren ze ook een dashboard voor veehouder en bevoegd gezag. Dit vraagt om investeringen vanuit het bevoegd gezag op IT-systemen. Of de tijdsinvestering door controleurs verlaagd kan worden door middel van doelsturing is nog onbekend.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Vanuit de analyse van geselecteerde emissiearme stalsystemen, technieken en managementmaatregelen kan geconcludeerd worden dat met relatief simpele mechanismen al een betere borging gerealiseerd kan worden. Daarbij gaat het wel om zeer specifieke toepassingen, onder andere afhankelijk van diersoort en technieken of maatregelen, wat om brede en praktische kennis vraagt om deze borgingsmechanismen te ontwikkelen en te operationaliseren. En daarbij is het nog onbekend welke effecten betere borging van faalfactoren in emissiereductie met zich zal meebrengen.

Een hybride stelsel van vergunningverlening met (forfaitaire) emissielabels en een doelvoorschriftenvergunning kan in zijn algemeenheid een bijdrage leveren aan een betere borging van de geïnventariseerde faalfactoren. Daarbij is doelsturing nog wel in ontwikkeling. Het continu meten van gesloten, mechanisch geventileerde stallen is daarbij al dichter bij concrete toepassing, dan doelsturing bij open, natuurlijk geventileerde stallen. Doelsturing zal wel hogere kosten voor veehouders met zich meebrengen waar meer flexibiliteit en eigen passende keuzes voor bedrijfsvoering tegenover kunnen staan. Ook voor het bevoegd gezag zullen er investeringen nodig zijn. Of het in de uitvoering extra tijd kost of oplevert voor bevoegd gezag is nog onbekend. Belangrijk is om bij een doelvoorschriftenvergunning in acht te houden dat enkel doelsturing onvoldoende zal zijn. Het bevoegd gezag heeft inzage nodig hoe een veehouder zich kan committeren aan het aangevraagde emissieplafond. En een veehouder heeft inzage nodig hoe een bepaald onderdeel of onderdelen functioneren van emissiearme technieken voor handelingsperspectief. Anders gezegd, is het voor een veehouder duidelijk waar het mis gaat en hoe hij/zij vervolgens kan bijsturen om onder het vergunde emissieplafond te blijven.

Specifieke conclusies uit de analyse zijn als volgt:

- Veehouders stellen aanwezige staltechnieken vaak in functie van dierprestaties in en niet steeds in functie van de reductie van ammoniakemissies. Dit kan in bepaalde gevallen tegenstrijdig aan elkaar zijn (zoals een koeldeksysteem dat een ongewenste luchtstroom in de stal kan creëren). Het risico dat maatregelen falen is het grootst als het gebruik van een maatregel leidt tot nadelen voor de landbouwer (hogere kosten of minder goede dierprestaties), terwijl maatregelen die leiden tot een win-win op gebied van zowel dierprestaties als ammoniakemissies doorgaans niet falen omdat de intrinsieke motivatie voor het correct uitvoeren van deze maatregelen groot is. Door te borgen op het resultaat van de staltechniek of managementmaatregel (pH, temperatuur, % droge stof, schone vloer, ammoniakconcentratie uitgaande stallucht, etc.) in plaats van op de aanwezigheid van de betreffende staltechniek zijn veehouders genoodzaakt om aanwezige staltechnieken in te stellen in functie van de reductie van ammoniakemissies. Het borgen op resultaat geeft een veehouder ook meer inzicht in de werking en het doel van de aanwezige maatregel, wat kan leiden tot een hogere affiniteit met en meer vertrouwen in de maatregel.
- Het digitaal beschikbaar stellen van het (gelogde) resultaat van een staltechniek helpt om het resultaat te kunnen monitoren en dus te borgen dat de techniek goed wordt toegepast. De mogelijkheid van een administratieve controle waarbij digitaal de (gelogde) resultaten van een geplaatste staltechniek kan worden opgevraagd over een tijdsspanne, lijkt voor een

veehouder dwingender dan de kans op een momentopname tijdens een vooraf aangekondigde fysieke controle.

- Om te borgen op het resultaat van de staltechniek of maatregel kan het noodzakelijk zijn dat informatie met betrekking tot de werking van de staltechniek of maatregel beter beschikbaar en toegankelijk wordt gemaakt. Hiervoor kan een bijkomende applicatie gewenst zijn (bijvoorbeeld om zicht te hebben of de mestrobot elk gedeelte van de vloer voldoende vaak schoon geschoven heeft conform stalbeschrijving). Het borgen op resultaat geeft een veehouder ook meer inzicht in de werking en het doel van de aanwezige maatregel, wat kan leiden tot een hogere affiniteit met en meer vertrouwen in de maatregel.
- Om een aanwezige staltechniek goed te laten functioneren kan frequent onderhoud noodzakelijk zijn. Het controleren op een onderhoudscontract (inclusief facturatie en betaalbewijs) kan onderdeel zijn van de borging.
- Het aanvullen van systeembeschrijvingen met relevante informatie om het gewenste resultaat te bereiken is voor bepaalde staltechnieken wenselijk om zowel de veehouder als toezichthouder inzicht te geven in knoppen waaraan gedraaid kan worden (zoals het toevoegen van het belang van stalklimaatregeling in het sturen van het mestgedrag van varkens). RVO is al een traject gestart om stalsysteembeschrijvingen te verbeteren.
- Uit de analyse van de geselecteerde staltechnieken blijkt dat de meeste staltechnieken technisch doorontwikkeld zijn en de techniek op zichzelf nagenoeg niet meer faalt. Het falen van de techniek van staltechnieken hangt dikwijls samen met dimensionering en onderling afstemmen van de verschillende onderdelen van een staltechniek, waarbij het zaak is om een onjuiste dimensionering te voorkomen tijdens bouw. Tijdens de installatie dient te worden toegezien op het juist installeren en op elkaar afstemmen van de verschillende onderdelen van deze staltechniek. De vraag is of dit bijvoorbeeld zou kunnen via de Wet Kwaliteitsborging voor bouw (Wkb). Binnen het Wkb wordt controle uitgevoerd door onafhankelijke kwaliteitsborgers en is de aannemer verantwoordelijk voor de gevolgen van gebreken. De Wkb controleert nu nog wel enkel op bouwaspecten, de juiste toepassing van bouwmaterialen en constructie van het bouwwerk. Dit zou als borgingsmechanisme uitgebreid moeten worden met emissiearme aspecten. Aan het borgen van een correcte installatie en dimensionering van de staltechniek tijdens de bouw en plaatsing van de staltechniek zijn voordelen aan verbonden, bijvoorbeeld voor het bevoegd gezag. Het aanstellen van een onafhankelijk kwaliteitsborger is waarschijnlijk echter kostprijsverhogend voor de veehouder. Ook is het aanstellen van onafhankelijke kwaliteitsborging tijdens de bouw binnen de veehouderij voor deze toepassing nog onbekend. Dit maakt dat implementatie weliswaar mogelijk is, maar vraagt ook een nieuwe manier van werken die door sommige partijen (zoals de veehouder) als complex ervaren zal worden.
- Uit de genoemde borgingsmechanismen die in de selectie zijn behandeld, blijkt dat verschillende instrumenten ingezet kunnen worden om te borgen of bepaalde technieken en managementmaatregelen goed toegepast worden. Uit de evaluatie van borgingsmechanismen blijkt de dat het borgen van het correcte management van veehouders in veel gevallen kostenverhogend zal zijn voor de veehouder omdat gebruik gemaakt dient te worden van bijvoorbeeld bijkomende diensten of metingen. Borgingsmechanismen die geen extra kosten voor de veehouder met zich meebrengen, vragen doorgaans een extra tijdsinvestering van de veehouder. Wel wordt voor alle voorgestelde borgingsmechanismen, met uitzondering voor meten met sensoren, beoordeeld dat deze extra kosten en extra tijdsbesteding voor de veehouder haalbaar kunnen zijn en

dat de maatregel voor de veehouder uitvoerbaar is. Uit de evaluatie blijkt dat het bevoegd gezag alleen extra tijd nodig heeft voor de borging door een controle op documenten (bijvoorbeeld facturen of voerregister) tijdens een fysiek bezoek. Indien er digitaal gecontroleerd dient te worden, dan vraagt die wel een investering. De overige voorgestelde borgingsmechanismen lijken geen nadeel te hebben wat betreft tijdsbesteding door het bevoegd gezag. Alhoewel voor een deel van de voorgestelde borgingsmechanisme spreiding te verwachten is in de mate waarin veehouders op een uniforme wijze zullen voldoen aan hetgeen van hen wordt gevraagd, komt uit de evaluatie naar voren dat deze spreiding beperkt kan blijven. Voor de meeste van de voorgestelde borgingsmechanimsen wordt beoordeeld dat het toepassen in de praktijk haalbaar is. Met name het uitvoeren van aangevulde systeembeschrijvingen en het toepassen van sensoren lijken van de voorgestelde borgingsmechanismen het meest complex om te implementeren. Het toepassen van sensormetingen dient nog verder ontwikkeld te worden.

5.2 Aanbevelingen

Aangezien er op een hybride stelsel wordt ingezet en er relatief simpele borgingsmaatregelen beschikbaar zijn ten opzichte van de geïnventariseerde faalfactoren, is het aan te bevelen deze simpele maatregelen op korte termijn toepasbaar te maken en te implementeren in de praktijk. Bijvoorbeeld het beter borgen van schone vloeren als sturing op het resultaat van de techniek. Aangezien de effecten van het beter borgen van faalfactoren op emissiereductie nog onbekend zijn, zouden praktijkproeven ondersteund met sensormetingen moeten plaatsvinden om dit inzichtelijk te krijgen. Dit geeft ook kennis voor het handelingsperspectief bij doelsturing.
Doelsturing met behulp van sensormetingen van ammoniakemissie geeft de beste garantie op het behalen van het eindresultaat, maar er is nog inzet nodig ten behoeve van betrouwbaarheid van het totale borgingssysteem, opschaling, kosten en het praktisch kunnen implementeren inclusief handelingsperspectief voor de veehouder. Om veehouders te stimuleren om over te stappen naar doelsturing is het belangrijk dat zij hier ook baat bij hebben. Dit kan door aandacht te geven aan positieve relaties tussen emissiereductie en dier- en economische prestaties. Er kan ook gedacht worden aan vrijstellingen, verlaging lasten of tegemoetkoming in extra kosten voor de voorlopers. Voor alle borgingsmechanismen geldt dat die mechanismen die ook voordelen voor dier- of economische prestaties hebben, sneller en goed geïmplementeerd zullen worden door veehouders. Het verdient aanbeveling om dit bij de implementatie van aanvullende en/of nieuwe eisen in ogenschouw te nemen. Ook het verbeteren van controles in de praktijk is genoemd als verbeterpunt. Het zou een mogelijkheid kunnen zijn om te verkennen hoe andere controles in de sector, zoals genoemd in paragraaf 2.3, hieraan kunnen bijdragen. En tot slot is het van belang om rekening te houden met de specifieke eigenschappen van de technieken en maatregelen, omdat faalfactoren specifiek per systeem en diercategorie kunnen zijn.

Literatuurlijst

Beterleven.dierbescherming.nl: https://beterleven.dierenbescherming.nl/zakelijk/over-het-keurmerk/wat-is-het-beter-leven-keurmerk/controles/

Cono.nl: https://www.cono.nl/wp-content/uploads/2023/02/Certificatieschema-CD-Versie-2.1.pdf

Integraalaanpakken.nl: https://integraalaanpakken.nl/landelijke-pilots-continu-meten-stalemissies

Iplo.nl: https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ ; https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/wet-regelgeving-luchtwassers/ ; https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/innovatieve-stallen-technieken/

Jongeneel, R. Doelsturing: wat het is, hoe het werkt en waaraan moet worden gedacht bij implementatie. WUR, aug 2024. https://edepot.wur.nl/671481

Van Kampen, S, en Moonen, A., 2025. Eindpresentatie stageopdracht "De economische haalbaarheid van doelvoorschriften in de Nederlandse veehouderij". Connecting Agri and Food en HAS Green Academy.

Korevaar en Winkel, 2022, p. 24 https://edepot.wur.nl/575873

Mestverwaarding.nl: https://mestverwaarding.nl/kenniscentrum/2810/vijf-vragen-over-de-afrekenbare-stoffenbalans

Rijksoverheid.nl, 21 april 2022: https://open.overheid.nl/documenten/ronl-f2c70fa536faf5e312d5aedcdff5782101415d75/pdf

Rijksoverheid.nl, 21 oktober 2024: https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/04/21/afrekenbare-stoffenbalans-opties-voor-lichte-regulering-op-ammoniak-en-klimaat, https://open.overheid.nl/documenten/44366e8c-6d9c-46a9-827d-c942791ed150/file

Rijksoverheid.nl, 19 december 2024: https://open.overheid.nl/documenten/dpc-4eb12d8cba35efa20cf1e063ff376b858ec78704/pdf

Skal.nl: https://www.skal.nl/toezicht-taak

Van der Zanden en van Kampen, 2024 https://edepot.wur.nl/680628

Colofon

Algemene contactgegevens:
Connecting Agri & Food BV
Oostwijk 5
Postbus 511
5400 AM Uden
info@connectingagriandfood.nl
www.connectingagriandfood.nl
Tel. 0413 33 68 00

Deze publicatie is in opdracht van:
Buck Consultants International
Kerkenbos 1031
6501 BL NIJMEGEN

Foto's
Connecting Agri & Food BV

Vormgeving en realisatie
Connecting Agri & Food BV

Disclaimer
De in deze publicatie neergelegde opvattingen zijn gebaseerd op door Connecting Agri & Food BV betrouwbaar geachte gegevens en informatie, die op zorgvuldige wijze in onze analyses en prognoses zijn verwerkt. Noch Connecting Agri & Food, noch ingeschakelde derden kunnen aansprakelijk worden gesteld voor in deze publicatie eventuele aanwezige onjuistheden. De weergegeven opvattingen en prognoses houden niet meer in dan onze eigen visie en kunnen zonder nadere aankondiging worden gewijzigd.

© Connecting Agri & Food, 2025
Deze publicatie is alleen voor eigen gebruik. Het gebruik van tekstdelen en/of cijfers is slechts toegestaan indien de bron duidelijk vermeld wordt. Verveelvoudiging en/of openbaarmaking van deze publicatie is niet toegestaan, behalve indien hiervoor vooraf schriftelijke toestemming is verkregen van Connecting Agri & Food BV.