



Plan van aanpak voer- en management- maatregelen en aanvullende technische maatregelen voor ammoniakreductie veehouderij in PAS-kader

Stand van zaken september 2014

N.W.M. Ogink en A.J.A. Aarnink



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Plan van aanpak voer- en managementmaatregelen en aanvullende technische maatregelen voor ammoniakreductie veehouderij in PAS-kader

Stand van zaken september 2014

N.W.M. Ogink en A.J.A. Aarnink

Wageningen UR Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Mest en Milieu' (projectnummer BO-20-004-049)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, december 2014

Livestock Research Rapport 821

Ogink, N.W.M, A.J.A. Aarnink, 2014. *Plan van aanpak voer- en managementmaatregelen en aanvullende technische maatregelen voor ammoniakreductie veehouderij in PAS-kader; Stand van zaken september 2014*. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 821. 53 blz.

Samenvatting

In dit rapport wordt een plan van aanpak gepresenteerd voor de ontwikkeling van voer- en managementmaatregelen in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) voor Natura-2000 gebieden.

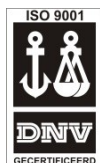
Summary

In this study a research programme is presented to develop and facilitate the introduction of feed and management measures to mitigate ammonia emission of livestock facilities near Natura-2000 areas.

© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



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

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Aanleiding en doelstelling	11
2	Hoofdpijnen van aanpak	12
	2.1 Algemene eisen aan maatregelen	12
	2.2 Bepalen van de effectiviteit van maatregelen voor opname in het PAS-overzicht	12
	2.3 Programmatische opzet: keuzes en werkwijze	13
	2.4 Organisatie en begeleiding uitvoering	22
3	Uitwerking PVA in deelprojecten	23
	3.1 Selectie en fasering deelprojecten	23
	3.2 Deelprojecten voor ontwikkeling en validatie PAS-maatregelen	25
	3.2.1 Deskstudie: Scenario's voor validatie van voermaatregelen	25
	3.2.2 Effect klimaat en drogestofgehalte op strooiselkwaliteit en ammoniakemissie pluimvee	26
	3.2.3 Voermaatregelen varkenscategorieën: uitvoeringsopties	28
	3.2.4 Partiële reiniging lucht via onderafzuiging in vleesvarkensstallen en zeugenstallen: proof of principle	29
	3.2.5 Partiële reiniging lucht in vleesvarkensstallen en zeugenstallen: validatieonderzoek	31
	3.2.6 Voermaatregelen pluimveecategorieën: uitvoeringsopties	31
	3.2.7 Warmtewisselaars als reductieoptie in pluimveecategorieën: indicatief onderzoek	32
	3.2.8 Effect van gedroogde snijmaissilage op ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen: validatieonderzoek	32
	3.2.9 Effect van regelmatige strooiselverwijdering op emissie van ammoniak en fijnstof uit leghennenstallen: proof of principle	33
	3.2.10 Frequentie strooiselverwijdering door schuiven in volièrestallen: validatieonderzoek	34
	3.2.11 Vermindering TAN uitscheiding/concentratie bij melkvee: vooronderzoek	35
	3.2.12 Vermindering TAN uitscheiding/concentratie bij melkvee: validatie-experiment	36
	3.2.13 Ontwikkelen voermaatregelen melkvee: bedrijfsmonitoringsparameters	37
	3.2.14 Verlaging ammoniakemissie melkveestallen door biologische aanzuring van mest	37
	3.2.15 Effectiviteit van emissiereducerende technische maatregelen in melkvee- en andere rundveecategorieën: indicatieve beoordelingen	39
	3.2.16 Ureaseremmers in melkveestallen: proof of principle	39
	3.2.17 Ureaseremmers in melkveestallen: validatie	41
	3.2.18 Gecontroleerde luchtstroming (ACNV) in melkveestallen: validatieonderzoek	41
	3.2.19 Stalemissiereducerende effecten van de beweidingsregimes: voorstudie	42
	3.2.20 Indicatieve beoordelingen op basis van voorstel door derden	43
	3.2.21 Advisering voor ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen	44
	Literatuur	45

Woord vooraf

In het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) wordt de inzet van voer- en managementmaatregelen en aanvullende technische maatregelen voorbereid. Het gaat hierbij om maatregelen die leiden tot minder ammoniakemissie uit de veehouderij via emissiearm voer of aanvullende managementmaatregelen. In opdracht van het Ministerie van Economisch Zaken is een programmatische aanpak uitgewerkt voor het ontwikkelen en valideren van genoemde maatregelen. De eerste onderdelen van dit plan zijn reeds vorig jaar uitgevoerd. Met het uitwerken van deze onderdelen in 2012 werd zicht verkregen op wat onderzoekstechnisch nodig was om PAS-maatregelen te faciliteren voor de veehouderij. Om de denklijn en de samenhang tussen deze activiteiten en de geplande nog uit te voeren activiteiten zichtbaar te maken beslaat het voorliggende plan de periode 2012-2015. In dit rapport wordt het plan conform de stand van zaken in september 2014 weergegeven.

Aan de gepresenteerde projectplannen hebben meerdere collega's van Livestock Research en NMI (deelproject biologisch aanzuren) bijgedragen die niet alle zijn opgenomen in de auteurslijst. De inhoud van het plan is in afstemming met beleidsmedewerkers van EZ samengesteld. Onze erkentelijkheid gaat uit naar allen die hebben bijgedragen aan dit plan. Wij hopen met dit onderzoeksplan een effectieve bijdrage te kunnen leveren aan het ontwikkelen van voer- en managementmaatregelen binnen de PAS

De benodigde personele inzet voor dit plan is gefinancierd vanuit het Beleidsondersteunend onderzoek van het ministerie van Economische Zaken.

Nico Ogink

Projectleider en coördinator Beleidsondersteunend Onderzoek
Wageningen UR Livestock Research

Samenvatting

Achtergrond

In het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 worden rond Natura 2000-gebieden die zwaar met stikstof zijn belast nauwelijks nog nieuwe vergunningen verleend voor activiteiten die leiden tot een toename in de uitstoot van stikstof. De stikstofdepositie is namelijk in veel gevallen hoger dan voor de natuurdoelen als gewenst wordt beschouwd. Dit heeft geleid tot een impasse in economische ontwikkeling van onder meer veehouderij rond deze gebieden. De Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) is begin 2009 van start gegaan met als doel om de vastgelopen vergunningverlening in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 weer vlot te trekken. De PAS moet zorgen dat er in en rond de Natura 2000-gebieden weer ruimte komt voor economische ontwikkeling, terwijl tegelijkertijd wordt zeker gesteld dat de natuurkwaliteit in die gebieden behouden blijft of waar nodig beter wordt.

In de PAS is er behoefte aan de ontwikkeling van voer- en managementmaatregelen en aanvullende technische maatregelen om de uitstoot van ammoniak te verminderen (hier verder PAS-maatregelen genoemd). PAS-maatregelen moeten leiden tot minder ammoniakemissie uit de veehouderij via emissiearm voer en emissiereducerend management. Managementmaatregelen betreffen emissiereducerende handelingen die niet gebonden zijn aan de uitvoering van een stalsysteem, zoals een aangepast lichtregime voor pluimvee of beweidingsmanagement voor melkvee. Aanvullende technische maatregelen hebben betrekking op technieken die aan bestaande huisvestingssystemen kunnen worden toegevoegd, zoals bijvoorbeeld de inzet van emissiereducerende toevoegmiddelen aan mest. De PAS-maatregelen zijn hiermee een aanvulling op de mogelijkheden die de bestaande emissiearme huisvestingsmaatregelen in de bijlage bij de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) bieden, maar zullen zelf niet als zodanig in de Rav worden geplaatst. Het is de bedoeling dat belanghebbende partijen deze categorie maatregelen kunnen voorstellen voor opname in een separaat overzicht voor toepassing in Natura 2000-gebieden, op een wijze die vergelijkbaar is met de aanvraag en opname van stalsystemen via de Technische adviescommissie Rav (TacRav) .

Doelstelling

Het doel van deze rapportage is het opstellen van een Plan van Aanpak (PvA) voor het stimuleren van de beschikbaarheid PAS-maatregelen voor emissiereductie in de huisvesting varkens, pluimvee en runderen door het uitvoeren van onderzoek en validatie-metingen. In dit plan van aanpak worden de verschillende mogelijkheden voor deze diercategorieën aangegeven en wordt een opzet uitgewerkt voor uit te voeren onderzoek voor implementatie van deze maatregelen in de praktijk. Deze uitwerking is ondergebracht in verschillende deelprojecten.

De oorspronkelijke opzet van het PvA is een aantal keren op basis van opgedane ervaringen bijgesteld. Dit rapport beschrijft het Plan van Aanpak zoals dat tot september 2014 is uitgewerkt.

Hoofdpijnen aanpak

In de uitwerking van het PvA wordt allereerst ingegaan op de eisen die gesteld worden aan de PAS-maatregelen en de wijze waarop ze worden beoordeeld voor opname in het PAS-overzicht.

De volgende eisen worden gesteld aan de ontwikkelen maatregelen:

1. Significante en betrouwbare ammoniakreductie t.o.v. het referentie-huisvestingssysteem.
2. Robuust en bedrijfszeker.
3. Praktisch inpasbaar en acceptabel. Praktijkaanpak is een randvoorwaarde.
4. Snel ontwikkelbaar, eerste maatregelen dienen vanaf 2014 inzetbaar te zijn.
5. Kosteneffectief.
6. Controleerbaar en handhaafbaar.
7. Voorkomen van afwenteling richting ongewenste neveneffecten.
8. Onderbouwd reductie-rendement per maatregel of gecombineerde maatregelen: op basis van vooraf vastgestelde criteria dient het reductie-rendement te worden vastgesteld.

-
9. Met betrekking tot het vaststellen van het reductie-rendement zijn door het Ministerie van EZ de volgende vijf beoordelings-alternatieven gedefinieerd voor het opnemen van een maatregel en bijbehorende reductiepercentage in het overzicht PAS-maatregelen. De beoordeling kan plaatsvinden op basis van:
1. Metingen volgens meetprotocol (standaard benadering Rav).
 2. Gegevens beschikbaar uit een 'Proof of principle' onderzoek met inachtneming van een veiligheidsmarge voor het vast te stellen reductierendement.
 3. Gegevens uit de wetenschappelijke literatuur met inachtneming van een veiligheidsmarge voor het vast te stellen reductierendement.
 4. Gegevens beschikbaar uit wetenschappelijk gefundeerde en gevalideerde voer- en stalemissiemodellen.
 5. Afleiding van maatregelen uit andere diercategorieën die volgens optie 1 zijn bemeten.

Vervolgens is in de breedte verkend welke maatregelen mogelijk zijn in de hoofdiercategorieën. Voor de hoofdcategorieën varkens, pluimvee en rundvee zijn op basis van beschikbaar onderzoeksresultaten groslijsten met mogelijke maatregelen opgenomen in respectievelijk tabel 1, 2 en 3 (pagina 5-7). Deze groslijsten vormden het uitgangspunt voor de maatregelen die geselecteerd zijn als kandidaat voor nadere uitwerking in de deelprojecten van het PvA.

De gehanteerde algehele werkwijze en fasering bij de uitwerking van geselecteerde maatregelen in deelprojecten kan als volgt worden samengevat:

Er wordt uitgegaan van maximaal drie fasen die moeten worden doorlopen voor onderzoek aan een PAS-maatregel:

1. *Indicatieve beoordeling*. De voor het PvA geselecteerde maatregelen verschillen qua (on)zekerheid werkingsmechanisme en verwacht reductierendement, inpasbaarheid in bedrijfsvoering en risicovolle neveneffecten. In gevallen waar veel vraagtekens op voorhand aanwezig zijn wordt een deskstudie uitgevoerd met een indicatieve beoordeling van de maatregel. Op basis van deze beoordeling kan al of niet tot verdere uitwerking in de vervolgfases van het PvA worden overgegaan.
2. *Pilot-optimalisatie fase*. Bij sommige maatregelen is er behoefte aan beproeving en uitwerking van de reductiemethode op kleine schaal onder gecontroleerde omstandigheden voor verdere optimalisatie. Eveneens is het mogelijk dat er ondersteunend proces-onderzoek moet worden uitgevoerd om groepen maatregelen te ontwikkelen.
3. *Bedrijfsinpassings- en validatiefase*. Hieronder wordt verstaan de opschaling naar bedrijfsniveau en verdere optimalisatie. Dit betekent onderzoek en ontwikkeling op praktisch bedrijfsniveau in voorkomende gevallen tevens in samenwerking met bedrijfsleven. Na afronding kan overgegaan worden tot de validatiefase waarin de techniek volgens het meetprotocol voor ammoniakemissiefactoren wordt doorgemeten, of wordt de techniek volgens andere.

De gekozen oplossingsrichtingen verschillen onderling qua ontwikkelingsstadium. Een aantal richtingen zit dicht tegen praktijktoepassing aan terwijl andere nog het 'proof of principle' stadium vanaf lab-schaal dienen te doorlopen. In de uitwerking per oplossingsrichting wordt eerst vastgesteld in welk ontwikkelingsstadium maatregelen zich bevinden, waarna vervolgens de uitwerking vanaf dit stadium plaatsvindt. Elke oplossingsrichting kent daarmee zijn eigen dynamiek in de fasering. Binnen elk onderzoekstraject per oplossingsrichting zijn go-nogo afwegingen opgenomen bij de overstap naar de volgende onderzoeksfase.

Uitwerking maatregelen

In de groslijsttabellen 1,2 en 3 is een selectie gemaakt van maatregelen die kandidaat zijn voor opname in het PvA (zie betreffende kolom in de tabellen: ja of nee). Hierbij zijn de volgende afwegingen gemaakt. Allereerst is gekeken of de effecten van een voorgestelde maatregel in de vorm van een PAS-maatregel moet worden uitgevoerd of dat er andere regeltechnische mogelijkheden zijn. De reducerende effecten van minder jongvee op melkveebedrijven kunnen bv. via de omgevingsvergunning worden verdisconteerd. Vervolgens is een technisch-bedrijfseconomische afweging gemaakt om op voorhand kostbare, niet inpasbare, niet voldoende effectieve (<10% ingeschat) of qua neveneffecten zeer risicovolle maatregelen niet mee te nemen bij de kandidaten voor het PvA. Tenslotte is gekeken of voor de betreffende maatregel aanvullende onderzoeksinformatie noodzakelijk is voor toetsing van de maatregel voor opname in het PAS-

overzicht. Niet alle kandidaat-maatregelen zijn opgenomen in het voorliggende PvA. In afstemming met opdrachtgever is een prioritering opgesteld binnen het beschikbare onderzoeksbudget. Daarnaast is een aantal maatregelen niet opgenomen omdat verwacht wordt dat andere onderzoeksprogramma's en bedrijfsleven hierin het voortouw kunnen nemen.

Overzicht geselecteerde oplossingsrichtingen en specifieke maatregelen voor onderzoek in het PvA: uitvoering indicatieve beoordeling en fasering over 2012 – 2015, en verwijzing naar paragrafen in hoofdstuk 3.2 met uitwerking deelprojecten.

Categorie	Oplossingsrichting/maatregel	2012	2013	2014	2015	uitwerking paragraaf
Varkens						
voermaatregelen	validatie-methode		x	x		1
	Verlaging eiwitgehalte		x	x	x	3
	NSP		x	x	x	3
	Kat-/anion balans		x	x	x	3
huisvesting						
	Partiële reiniging kelderlucht: proof of principle	x	x			4
	Partiële reiniging kelderlucht: validatie			x		5
Pluimvee						
voermaatregelen	validatie-methode		x	x	x	1 en 2
	Verlaging eiwitgehalte			x	x	6
	Drogere mest	x	x	x	x	6
huisvesting						
	Warmtewisselaar: opfok pluimveecategorieën, indicatief			x		7
management						
	Snijmaïs als strooisel: validatie	x	x	x		8
	Regelmatig verwijderen strooisel: proof of principle		x	x		9
	Regelmatig verwijderen strooisel: validatie			x	x	10
Rundvee						
voermaatregelen						
	Vermindering TAN-excretie/concentratie melkvee: vooronderzoek	x	x			11
	Vermindering TAN-excretie/concentratie melkvee: validatie-experiment		x	x		12
	Ontwikkelen voermaatregelen melkvee: bedrijfsmonitoringsparameters			x	x	13
huisvesting						
	Biologisch aanzuren mestkelder	x	x	x		14
	Drijvende ballen: indicatief			x		15
	Aangepaste roostervloer: indicatief			x		15
	Optimalisatie mestschuif: indicatief			x		15
	Koelementen mestkelder: indicatief			x		15
	Ureaseremmers: proof of principle		x	x		16
	Ureaseremmers: validatie			x	x	17
	Gecontroleerde luchtstroming ACNV		x	x		18
management						
	Effect van beweiding op ammoniakemissie melkvee: deskstudie			x		19
Alle categorieën						
	Indicatieve beoordelingen op basis van voorstel derden	x	x	x	x	20
	Advisering voor ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen	x	x	x	x	21

De geselecteerde oplossingsrichtingen of specifieke maatregelen staan opgenomen in de bovenstaande tabel (Tabel 4 van het rapport). Op basis van voortschrijdend inzicht bij de uitvoering van het PvA bestaat altijd de mogelijkheid om niet-geselecteerde kandidaat-maatregelen alsnog mee te nemen in het PvA. Daarnaast kunnen niet in de groslijst voorkomende maatregelen door derden worden aangedragen als PAS-maatregel. Via een indicatieve beoordelingstap door deskundigen kunnen ook deze, bij een positief beoordelingsresultaat, alsnog aan het PvA worden toegevoegd.

Op basis van de gemaakte keuzes zijn in hoofdstuk 3 deelprojecten uitgewerkt voor de verschillende oplossingsrichtingen per diercategorie. Daarnaast zijn een aantal deelprojecten uitgewerkt die een ondersteunende rol vervullen in het ontwikkelen en implementeren in regelgeving van PAS-maatregelen voor alle categorieën. In tabel met geselecteerde maatregelen is voor een aantal oplossingsrichtingen ingevuld dat ze in eerste instantie indicatief beoordeeld zullen worden. Op basis van de indicatieve beoordeling zal besloten worden of tot vervolgonderzoek kan worden overgegaan. Deze potentiële vervolgstudies zijn nog niet opgenomen in het PvA.

1 Aanleiding en doelstelling

In Nederland heeft Natura 2000 geleid tot de selectie van 163 natuurgebieden. Om de natuurdoelen in een groot aantal van die gebieden te kunnen halen moet de stikstofdepositie afnemen. In het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 worden rond Natura 2000-gebieden die zwaar met stikstof zijn belast nauwelijks nog nieuwe vergunningen verleend voor activiteiten die leiden tot een toename in de uitstoot van stikstof. De stikstofdepositie is namelijk in veel gevallen hoger dan voor de natuurdoelen als gewenst wordt beschouwd. Dit heeft geleid tot een impasse in economische ontwikkeling van onder meer veehouderij rond deze gebieden. De Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) is begin 2009 van start gegaan met als doel om de vastgelopen vergunningverlening in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 weer vlot te trekken. De PAS moet zorgen dat er in en rond de Natura 2000-gebieden weer ruimte komt voor economische ontwikkeling, terwijl tegelijkertijd wordt zeker gesteld dat de natuurkwaliteit in die gebieden behouden blijft of waar nodig beter wordt. In de PAS werkt een drietal ministeries (EZ, IenM en Defensie) samen met het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), in samenspraak met betrokken maatschappelijke organisaties en terreinbeheerders.

In het kader van PAS is er behoefte aan de ontwikkeling van voer- en managementmaatregelen en aanvullende technische maatregelen die worden toegepast om de uitstoot van ammoniak te verminderen (hier verder PAS-maatregelen genoemd). PAS-maatregelen moeten leiden tot minder ammoniakemissie uit de veehouderij via emissiearm voer en emissiereducerend management. Managementmaatregelen betreffen emissiereducerende handelingen die niet gebonden zijn aan de uitvoering van een stalsysteem, zoals een aangepast lichtregime voor pluimvee of beweidingsmanagement voor melkvee. Aanvullende technische maatregelen hebben betrekking op technieken die aan bestaande huisvestingssystemen kunnen worden toegevoegd, zoals bijvoorbeeld de inzet van emissiereducerende toevoegmiddelen aan mest.

De PAS-maatregelen zijn hiermee een aanvulling op de mogelijkheden die de bestaande emissiearme huisvestingsmaatregelen in de bijlage bij de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) bieden, maar zullen zelf niet als zodanig in de Rav worden geplaatst. Het is de bedoeling dat belanghebbende partijen deze categorie maatregelen kunnen voorstellen voor opname in een separaat overzicht voor toepassing in Natura 2000-gebieden, op een wijze die vergelijkbaar is met de aanvraag en opname van stalsystemen via de Technische adviescommissie Rav. De effectiviteit van de maatregel dient te worden vastgesteld door de TacRav. Dit in verband met de samenhang die het overzicht PAS-maatregelen heeft met de bijlage bij de Rav en de lijst alternatieve maatregelen voor stoppende bedrijven (Actieplan ammoniak veehouderij). Bij positief advies van de TacRav wordt de betreffende maatregel opgenomen in het overzicht PAS-maatregelen en wordt deze uitgebreid beschreven. Deze beschrijving is vergelijkbaar met de stalbeschrijvingen en de beschrijvingen van de alternatieve maatregelen.

Het doel van dit onderzoek is het opstellen van een Plan van Aanpak (PvA) voor het stimuleren van de beschikbaarheid PAS-maatregelen voor emissiereductie in de huisvesting varkens, pluimvee en runderen door het uitvoeren van onderzoek en validatie-metingen. In dit plan van aanpak worden de verschillende mogelijkheden voor deze diercategorieën aangegeven en wordt een opzet uitgewerkt voor uit te voeren onderzoek voor implementatie van deze maatregelen in de praktijk. Deze uitwerking is ondergebracht in verschillende deelprojecten.

In deze rapportage wordt allereerst ingegaan op de eisen die gesteld worden aan de PAS-maatregelen en de wijze waarop ze worden beoordeeld voor opname in het PAS-overzicht. Vervolgens wordt in de breedte verkend welke maatregelen mogelijk zijn in de diercategorieën runderen, varkens en pluimvee. Deze verkenning is samengevat in groslijsten per categorie. Hieruit zijn kandidaat-maatregelen geselecteerd voor het PvA. De algehele werkwijze in PvA en fasering worden nader uitgewerkt, gevolgd door beschrijvingen van geselecteerde deelprojecten.

2 Hoofdpijnen van aanpak

2.1 Algemene eisen aan maatregelen

De uitwerking dient afgestemd te worden op een verdere specificatie van de hoofddoelstelling in de vorm van een Programma van Eisen. Het gaat hierbij om de volgende hoofdelementen:

1. Significante en betrouwbare ammoniakreductie: de te ontwikkelen technieken / maatregelen dienen een onderbouwd aantoonbare emissiereductie te bewerkstelligen (zie 2.2). De uitstoot van ammoniak moet met minimaal 10% verminderen ten opzichte van de referentie. De referentie is de uitstoot van ammoniak uit een gegeven huisvestingssysteem.
2. De maatregelen dienen voldoende robuust en bedrijfszeker te zijn.
3. Praktisch inpasbaar en acceptabel: oplossingen dienen praktisch inpasbaar te zijn in bestaande en nieuw te bouwen stallen en praktisch inpasbaar te zijn in de bedrijfsvoering. Praktijkacceptatie is een randvoorwaarde.
4. Snelle ontwikkeling: vanaf 2014 dient een eerste groep van dit type maatregelen voor het bedrijfsleven ontwikkeld en getest te zijn.
5. Kosteneffectief: de extra operationele kosten dienen zodanig beperkt te blijven dat een aanvaardbaar bedrijfsresultaat kan worden behaald. Per ontwikkelde maatregel dient een kostenanalyse te worden uitgevoerd.
6. Controleerbaar en handhaafbaar: de invoering en toepassing van maatregelen moet op de betreffende bedrijven controleerbaar en handhaafbaar zijn voor bevoegd gezag.
7. Voorkomen van afwenteling: ongewenste neveneffecten van de maatregelen op arbo-omstandigheden, dierenwelzijn en andere milieucomponenten dienen te worden vermeden.
8. Vastgesteld reductie-rendement per maatregel of gecombineerde maatregelen: op basis van vooraf vastgestelde criteria dient het reductie-rendement te worden vastgesteld.

De eisen verbonden aan het laatstgenoemde aspect worden in de volgende paragraaf nader uitgewerkt.

2.2 Bepalen van de effectiviteit van maatregelen voor opname in het PAS-overzicht

Door het Ministerie van EZ zijn de volgende vijf opties gedefinieerd voor het opnemen van een maatregel en bijbehorende emissiefactor in het overzicht PAS-maatregelen.

1. Metingen

De volgende criteria zijn van toepassing:

- Het werkingsprincipe van de maatregel is in chemisch/fysische termen toegelicht.
- Er zijn metingen uitgevoerd volgens de huidige meetprotocollen.
- Eventuele neveneffecten moeten worden afgewogen tegen de ammoniakreductie en binnen aanvaardbare grenzen blijven.
- De voorstellen voor het controleren van de maatregel zijn plausibel, uitvoerbaar voor de praktijk en bruikbaar voor het bevoegd gezag in het kader van de handhaving.

Het reductiepercentage van deze maatregelen wordt afgerond op hele getallen.

2. "Proof of principle"

De volgende criteria zijn van toepassing:

- Het werkingsprincipe van de maatregel is in chemisch/fysische termen toegelicht.
- Er is een indicatieve beoordeling uitgevoerd door een onafhankelijke wetenschappelijk instantie waaruit blijkt dat er voldoende wetenschappelijke informatie voorhanden is die het werkingsprincipe van de maatregel bevestigt en inzicht biedt in de vermindering van de uitstoot van ammoniak.

- Er zijn metingen uitgevoerd in Nederlandse praktijkomstandigheden die het werkingsprincipe van de maatregel bevestigen en die inzicht bieden in de hoogte van de vermindering van de uitstoot van ammoniak.
- De maatregel heeft geen aantoonbare neveneffecten.
- De voorstellen voor het controleren van de maatregel zijn plausibel, uitvoerbaar voor de praktijk en bruikbaar voor het bevoegd gezag in het kader van de handhaving.

Het reductiepercentage van deze maatregelen wordt afgerond op een veelvoud van 5%. Dit reductiepercentage wordt naar beneden bijgesteld met een nog nader vast te stellen percentage van omdat de metingen volgens het protocol nog niet zijn uitgevoerd.

3. Wetenschappelijke informatie

De volgende criteria zijn van toepassing:

- Het werkingsprincipe van de maatregel is in chemisch/fysische termen toegelicht.
- Er is een indicatieve beoordeling uitgevoerd door een onafhankelijke wetenschappelijk instantie waaruit blijkt dat er voldoende wetenschappelijke informatie voorhanden die het werkingsprincipe van de maatregel bevestigt en inzicht biedt in de vermindering van de uitstoot van ammoniak.
- De maatregel heeft geen aantoonbare neveneffecten.
- De voorstellen voor het controleren van de maatregel zijn plausibel, uitvoerbaar voor de praktijk en bruikbaar voor het bevoegd gezag in het kader van de handhaving.

Het reductiepercentage van deze maatregelen wordt afgerond op een veelvoud van 5%. Dit reductiepercentage wordt naar beneden bijgesteld met een nog nader vast te stellen percentage van omdat de metingen volgens het protocol nog niet zijn uitgevoerd.

4. Modellen

De volgende criteria zijn van toepassing:

- Het werkingsprincipe van de maatregel is in chemisch/fysische termen toegelicht.
- Het model is wetenschappelijk onderbouwd / geaccepteerd, de gebruikte inputwaarden van de modelparameters zijn realistisch en vallen binnen de waarden waarvoor het model geldig is.
- De maatregel heeft geen aantoonbare neveneffecten.
- De voorstellen voor het controleren van de maatregel zijn plausibel, uitvoerbaar voor de praktijk en bruikbaar voor het bevoegd gezag in het kader van de handhaving.

Het berekende reductiepercentage van deze maatregelen wordt afgerond op hele getallen.

5. Afleiden van maatregelen

Er kan aan de TacRav een verzoek worden ingediend voor het opnemen van een maatregel op het overzicht PAS-maatregelen voor een andere diercategorie dan waarvoor deze maatregel in het overzicht staat. De voorwaarde is dat deze maatregel gemeten moet zijn (optie 1).

2.3 Programmatische opzet: keuzes en werkwijze

In de afgelopen jaren is veel onderzoek uitgevoerd naar de processen en factoren die van invloed zijn op de verschillende gasvormige emissies en stofemissies uit stallen. Voor rundveestallen (Monteny et al., 1998) en voor varkensstallen (Aarnink en Elzing, 1998) zijn rekenmodellen ontwikkeld voor het inschatten van de ammoniakemissie afhankelijk van verschillende omgevingsfactoren. Hieruit komt naar voren dat de volgende variabelen voor een belangrijk deel de ammoniakemissie uit rundvee- en varkensstallen kunnen beschrijven:

1. pH van de mest;
2. ammoniumgehalte van de mest;
3. emitterend mestoppervlak (roostervloer, dichte vloer en mestkelder);
4. temperatuur van de mest;
5. luchtsnelheid over het emitterend oppervlak.

Voor pluimveestallen is daarnaast het drogestofgehalte van de (strooisel)mest van belang (Groot Koerkamp, 1998) en spelen mogelijk structureigenschappen ook een rol.

Uit eerdere inventariserende studies zijn op basis van bovenstaande principes de mogelijke voer-, management- en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor de drie hoofd-diercategorieën uitgewerkt. De basisinformatie in de tabellen 1, 2 en 3 is afkomstig uit deze studies: varkenshouderij (Aarnink et al., 2010), pluimveehouderij (Veldkamp et al., 2012) en rundveehouderij (Dooren en Smits, 2007). Daarnaast zijn enkele maatregelen toegevoegd die niet in deze studie waren opgenomen. Dit overzicht is op te vatten als een groslijst waaruit maatregelen voor het PvA worden geselecteerd. De verdere selectie voor het PvA en de uitwerking per geselecteerde oplossingsrichting wordt toegelicht in hoofdstuk 3.

In de opzet wordt er vanuit gegaan dat maximaal drie fasen (indicatieve beoordelingsfase en twee onderzoeksfasen) moeten worden doorlopen voor onderzoek aan een PAS-maatregel:

- Indicatieve beoordeling. De voor het PvA geselecteerde maatregelen verschillen qua (on)zekerheid werkingsmechanisme en verwacht reductierendement, inpasbaarheid in bedrijfsvoering en risicovolle neveneffecten. In gevallen waar veel vraagtekens op voorhand aanwezig zijn wordt een deskstudie uitgevoerd met een indicatieve beoordeling van de maatregel. Op basis van deze beoordeling kan al of niet tot verdere uitwerking in de vervolgfases van het PvA worden overgegaan. In gevallen waar de voorgestelde PAS-maatregel reeds wordt toegepast in een diercategorie (bv. als Rav-maatregel) kan de uitkomst van een indicatieve beoordeling leiden tot een afleiding van de emissiefactor naar andere diercategorieën op basis van onderzoeksinformatie uit de diercategorie waar toepassing reeds plaatsvindt.
- Pilot- fase. Bij sommige maatregelen is er behoefte aan beproeving en uitwerking van de reductiemethode op kleine schaal onder gecontroleerde omstandigheden. Eveneens is het mogelijk dat er ondersteunend proces-onderzoek moet worden uitgevoerd om groepen maatregelen te ontwikkelen.
- Bedrijfsinpassings- en validatiefase. Hieronder wordt verstaan de opschaling naar bedrijfsniveau en verdere optimalisatie. Dit betekent onderzoek en ontwikkeling op praktisch bedrijfsniveau in voorkomende gevallen tevens in samenwerking met bedrijfsleven. Na afronding optimalisatie kan overgegaan worden tot de validatiefase waarin de techniek volgens het meetprotocol voor ammoniakemissiefactoren wordt doorgemeten.

De gekozen oplossingsrichtingen verschillen onderling qua ontwikkelingsstadium. Een aantal richtingen zit dicht tegen praktijktoepassing aan terwijl andere nog het 'proof of principle' stadium vanaf lab-schaal dienen te doorlopen. In de uitwerking per oplossingsrichting wordt eerst vastgesteld in welk ontwikkelingsstadium maatregelen zich bevinden, waarna vervolgens de uitwerking vanaf dit stadium plaatsvindt. Elke oplossingsrichting kent daarmee zijn eigen dynamiek in de fasering. Binnen elk onderzoekstraject per oplossingsrichting zijn go-nogo afwegingen opgenomen bij de overstap naar de volgende onderzoeksfase. Waar mogelijk zal gestreefd worden naar het parallel laten verlopen van onderzoeksfasen. Voor de validatie-fase dient rekening te worden gehouden met een doorlooptijd van minimaal een half jaar.

Tabel 1

Groslijst voer-, management- en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit varkensstallen

Broslijst voer / management en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit varkensstallen								
Maatregel	Ammoniak-reductie	Effecten op ¹⁾			Toepasbaarheid	Perspectief ³⁾	Kandidaat voor PvA ⁴⁾	Toelichting
		Geur	Stof	BKG ²⁾				
Voermaatregelen								
• Verlaging eiwitgehalte	10 – 30 %	<	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch ⁵⁾	++	Ja	Ca. 10-14% ammoniakreductie per 10 g/kg eiwitreductie in het voer; maatregel is in 2012 onderzocht bij vleesvarkens. Nader te onderzoeken bij andere categorieën.
• Toevoeging benzoëzuur	8 – 20 %	0	0	0	Vleesvarkens, biggen	+	Ja	Maximale toevoeging 1% bij vleesvarkens en 0,5% bij biggen; verwacht effect bij maximale toevoeging: 16% bij vleesvarkens, 8% bij biggen. Maatregel is voldoende onderzocht bij vleesvarkens; resultaten kunnen eventueel worden afgeleid naar biggen
• CaCO ₃ → CaCl ₂	15 – 35 %	0	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	-	Nee	Onderzocht bij vleesvarkens: risico op botmineralisatie
• CaCO ₃ → CaSO ₄	15 – 35 %	>	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Nee	CaSO ₄ veroorzaakt waarschijnlijk een toename van de geuremissie
• Fermenteerbare koolhydraten (NSP)	5 – 25 %	<>	0	>	Guste en dragende zeugen, biologisch	+	Ja	Bij guste en dragende zeugen zijn er mogelijkheden. (Geen optie voor snelgroeiende dieren (biggen, vleesvarkens) of zogende zeugen, vanwege effect op voeropname)
• Kation/anion balans	5 – 10 %	0	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Ja	Met inachtneming van risico op botmineralisatie
Technische maatregelen								
• Verkleining emitterend kelderoppervlak	15 – 50 %	<	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	++	Ja	Validatie voor vleesvarkens
• Verdunnen met water	30 – 50 %	<	0	<>	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Nee	Nadeel zijn de hogere kosten voor mestopslag en – afzet. Het effect op de methaanemissie is onbekend, aan de ene kant wordt deze hoger door lagere NH ₃ concentraties, aan de andere kant wordt deze lager doordat minder entmateriaal achterblijft in de mestkelder.

• Hogere wateropname	5 – 10 %	<	0	<>	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Nee	Bedrijven met een brijvoerinstallatie hebben i.h.a. een hogere wateropname van de varkens; nadeel is de hogere kosten voor mestopslag en -afzet; Beperkt effectief
• Staltemperatuur verlagen door meer ventileren	5 – 10 %	<	>	<	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Nee	Beperkt effectief
• Koeling inkomende lucht	10 – 20 %	<	0	<	Vleesvarkens, zeugen, biggen	+/-	Nee	Niet eenvoudig in te passen in bestaande stal
• Betonnen roosters vervangen door metalen roosters	5 – 20 %	0	<	0	Vleesvarkens, biologisch	+	Ja	Validatie vleesvarkens
• Drijvende ballen	20 – 40 %	<	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+	Nee ⁶⁾	Hoe groter het emitterend kelderoppervlak hoe groter het effect. Reeds beschikbaar.
• Aanzuren met H ₂ SO ₄	50 – 70 %	0, >	0	<	Vleesvarkens, zeugen, biggen	+	Ja	Validatie voor vleesvarkens. Systeem moet goed gestuurd en gecontroleerd worden, anders gevaar voor H ₂ S emissie
• Partiële reiniging lucht door onderafzuiging kelderlucht	25 – 40 %	<	0	0	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	++	Ja	Validatie voor vleesvarkens
Managementmaatregelen								
• Minder dieren in stal; afdelingen leeg laten	10 – 50 %	<	<	<	Vleesvarkens, zeugen, biggen, biologisch	+/-	Nee	Alleen geschikt voor bedrijven met (bijna) afgeschreven stallen; reductie op bedrijfsniveau is evenredig met het percentage afdelingen op het bedrijf dat leeg wordt gelaten
• Minder dieren in stal; groter oppervlak per dier	2 – 5 %	<	<	<	Vleesvarkens, biggen, biologisch	+/-	Nee	Vanwege nieuwe welzijnseisen wordt dit op termijn misschien verplicht; hiermee neemt de emissie uit de stal enigszins af, maar de emissie per dier zal toenemen. Beperkt effectief.
• Betere groei (bij gelijke voeropname)	2 – 6 %	<	0	<	Vleesvarkens, biggen, biologisch	+/-	Nee	Beperkt effectief.
• Betere voerconversie (bij gelijke groei)	2 – 4 %	<	0	<	Vleesvarkens, biggen, biologisch	+/-	Nee	Beperkt effectief.
• Mesten van beren	2 – 5 %	<	0	<	Vleesvarkens, biologisch	+/-	Nee	Uitgangspunt: gelijk aantal beren en zeugen op bedrijf; aangegeven effect is helft van berekend effect voor beren. Beperkt effectief.
• Eerder afleveren	15 – 25 %	<	<	<	Vleesvarkens, biologisch	+	Nee	Effect op stofemissie is moeilijk aan te geven: zwaardere varkens zijn minder actief, maar

stofbronnen (voer, mest, huidschilfers) zijn groter								
• Doorschuiven van vleesvarkens	Ca. 20 %	<	<	0	Vleesvarkens	+	Nee	Alleen relevant bij vergroting van oppervlakte van zware varkens (> 85 kg) naar 1,0 m ²

¹⁾ < = verlaging; 0 = geen effect; > = verhoging; <> = onbekend; ²⁾ BKG = broeikasgassen; ³⁾ - = niet perspectiefvol; +/- = twijfelachtig perspectief; + = perspectiefvol; ++ = zeer perspectiefvol; ⁴⁾ PvA = Plan van aanpak; ⁵⁾ Biologisch = ook toepasbaar in de biologische veehouderij in dezelfde diercategorieën als aangegeven voor de gangbare veehouderij; ⁶⁾ De balansballen zijn inmiddels opgenomen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) voor kraamzeugen, gespeende biggen, guste en dragende zeugen, dekberen en vleesvarkens (inclusief opfokberen en opfokzeugen) met een reductiepercentage van 29%; ⁷⁾ De deskstudie voor zeugen betreft in principe alle mogelijke voer-, management- en eenvoudige huisvestingsmaatregelen.

Tabel 2

Groslijst voer-, management- en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit pluimveestallen

Grasrijkst voer, management en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit pluimveestallen								
Maatregel	Ammoniak-reductie	Effecten op ¹⁾			Toepasbaarheid	Perspectief ³⁾	Kandidaat voor PvA ⁴⁾	Toelichting
		Geur	Stof	BKG ²⁾				
Voermaatregelen								
• Verlaging eiwitgehalte	10 – 50 %	<	>	<	Vleeskuikens, leghennen, VKOD ⁵⁾ , biologisch ⁶⁾	++	Ja	Verlaging eiwitgehalte via verbeterde afstemming voer - eiwitbehoefte resulteert in minder urinezuur. Validatie in praktijk gewenst.
• CaCO ₃ → CaCl ₂	10 – 20 %	0	0	0	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	+	Ja	Nader onderzoek naar toepassing en praktijkvalidatie gewenst.
• CaCO ₃ → CaSO ₄	10 – 20 %	>	0	0	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	+/-	Nee	CaSO ₄ heeft waarschijnlijk een negatief effect op de geuremissie; voor CaCl ₂ wordt geen effect verwacht
• Kation/anion balans	5 – 10 %	0	0	0	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	+/-	Nee	Beperkt effectief.
• Drogere mest	10 - 30 %	<,0	>	<	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	+	Ja	Vraagt wel meer inzicht samenhang voersamenstelling, strooiseleigenschappen en ammoniakemissie. Perspectiefvolle maatregelen worden gevalideerd in de praktijk. Drogere mest geeft droger strooisel en dit zal meer stof en waarschijnlijk minder methaan emissies geven.
Technische maatregelen								
• Verkleining emitterend strooiseloppervlak	10 – 30 %	<	<	<	Leghennen, VKOD, biologisch	+/-	Nee	Verkleining emitterend strooiseloppervlak is lastig te combineren met dierwelzijnseisen gericht op meer leefruimte.
• Mobiel voersysteem	50 %	<	>	<	Vleeskuikens, vleeskalkoenen, biologisch	+	Nee	Biedt ook mogelijkheden voor lokaal aanbrengen oliefilm waarmee een belangrijke stofreductie kan worden gerealiseerd. Verder onderzoek afhankelijk van deelname commerciële partij, die momenteel niet aanwezig is.
• Watergordijn	10 – 30 %	<	<	0	Vleeskuikens, leghennen, VKOD	+/-	Nee	Resultaten fijnstofreductie vallen tegen. Afvangen ammoniak door niet –aangezuurd water geeft een zeer groot spuvolume.
• Toevoeging aluminium-sulfaat/aluminiumchloride aan strooisel	25 – 50 %	<	>	<	Vleeskuikens, leghennen, VKOD	+/-	Nee	Toedienen van dit middel verdient aandacht; kan aan het begin van de ronde worden toegediend (bij vleeskuikens) of regelmatig tijdens de ronde met een

									automatisch systeem (robot), eventueel in combinatie met het aanbrengen van een oliefilm. Belangrijk nadeel is dat grote hoeveelheden (90 g aluminiumsulfaat per vleeskuiken) nodig zijn.
• Warmtewisselaar	10 – 60%	<	<	<>	Vleeskuikens, opfok VKOD, opfok leghennen, opfok vleeskalkoenen	+	Ja	Bij vleeskuikens zijn al ammoniakemissiemetingen in praktijkstallen uitgevoerd. Voor opfokstallen moet dit nog gebeuren.	
Managementmaatregelen									
• Snijmaïs als strooisel	10 – 50 %	<>	0	<>	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	++, +/-	Ja	Bij vleeskuikens is een ammoniakreductie gevonden van 50%. Praktijkvalidatie bij vleeskuikens is wenselijk. Bij de andere categorieën wordt een veel geringer effect verwacht.	
• (Regelmatig) vervangen strooisel	30 – 60 %	<	<	<	Leghennen, VKOD, biologisch	-, +	Ja	Bij vleeskuikens geen optie, wel bij leghennen en VKOD.	
• Minder dieren opzetten; stal leeg laten	10 – 50 %	<	<	<	Vleeskuikens, leghennen, VKOD, biologisch	+/-	Nee	Alleen geschikt voor bedrijven met (bijna) afgeschreven stallen; reductie op bedrijfsniveau is evenredig met het percentage stallen op het bedrijf dat leeg wordt gelaten	
• Eerder afleveren	15 – 25 %	<	<	<	Vleeskuikens, biologisch	+	Nee	Op 5 i.p.v. 6 weken; afhankelijk van afzetmogelijkheden;	

¹⁾ < = verlaging; 0 = geen effect; > = verhoging; <> = onbekend; ²⁾ BKG = broeikasgassen; ³⁾ - = niet perspectiefvol; +/- = twijfelachtig perspectief; + = perspectiefvol; ++ = zeer perspectiefvol; ⁴⁾ PvA = Plan van aanpak; ⁵⁾ VKOD = vleeskuikenouderdieren; ⁶⁾ Biologisch = ook toepasbaar in de biologische veehouderij in dezelfde diercategorieën als aangegeven voor de gangbare veehouderij

Tabel 3

Groslijst voer-, management- en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit rundveestallen

Grootst voor ; management en eenvoudige huisvestingsmaatregelen voor emissiereductie uit rundveestallen								
Maatregel	Ammoniak-reductie	Effecten op ¹⁾			Toepasbaarheid	Perspectief ³⁾	Kandidaat voor PvA ⁴⁾	Toelichting
		Geur	Stof	BKG ²⁾				
Voermaatregelen								
Vermindering hoeveelheid N-excretie en N-concentratie in urine, (zie ook managementmaatregel)	5 – 15 %	<	0	0	Alle rundvee, biologisch ⁵⁾	++	Ja	Er is eerder onderzoek gedaan naar het effect van ruweiwitopname in het voer van melkvee op de ammoniakemissie; belangrijk is om deze kennis te valideren en te implementeren onder praktijkomstandigheden.
Technische maatregelen								
• Verdunnen met water; spoelen roosters met water	30 – 50 %	<	0	<>	Melkvee, biologisch	+/-	Ja	Nadeel zijn de hogere kosten voor mestopslag en – afzet. Het effect op de methaanemissie is onbekend, aan de ene kant wordt deze hoger door lagere NH ₃ concentraties, aan de andere kant wordt deze lager door dat minder entmateriaal achterblijft in de mestkelder.
• Aanzuren mestkelder met H ₂ SO ₄ of biologisch aanzuren	50 – 70 %	0, >	0	<	Alle rundvee	+	Ja	Systeem moet goed gestuurd en gecontroleerd worden, anders gevaar voor H ₂ S emissie.
• Drijvende ballen	10 – 30 %	<	0	0	Alle rundvee, biologisch	+	Ja	Risico dat korstvorming reducerende werking verhindert vraag hier aandacht.
• Aangepaste roostervloer	20 – 40 %	<	0	0	Alle rundvee, biologisch	+	Ja,	Versnelde afstroming, verbeterde afdichting of beïnvloeding zuurgraad emitterende laag is te realiseren door aangepast roostervloeruitvoering, bv aanbrengen rubberen toplaag.
• Koelementen in mestkelder	10-30%	<	0	0	Alle rundveestallen met roostervloer	+/-	Ja	Risico dat korstvorming reducerende werking verhindert vraagt hier aandacht
• Optimalisatie mestschuif	15 – 30 %	0	0	0	Alle rundvee	+	Ja	Optimalisatie heeft betrekking op de uitvoering van de schuif en de frequentie
• Ureaseremmer/blokkeerder	25 – 50 %	0	0	0	Alle rundvee		Ja	Toelaatbaarheid urease-remmende/blokkerende stof punt van aandacht.
• Gecontroleerde luchtstrom-ing in stal (ACNV)	10 – 15 %	<	0	0	Alle rundvee, biologisch	+	Ja	Remming van snelheid binnentredende lucht in natuurlijk geventileerde stallen is te realiseren door aangepaste luchtinlaat

• Kelderluchtbehandeling door mechanische afzuiging en reiniging door water	15 – 30 %	<	0	0	Alle rundvee, stallen met roostervloer	+	Ja	Aanvullend mechanisch afzuigstelsel voor kelderlucht voert lucht naar een kleine luchtwasser
Managementmaatregelen								
• Meer weidegang	10 – 50 %	<	<	<	Melkvee, jongvee, biologisch	+/-	Ja	Weidegang werkt reducerend op stalemissie door wegvallen vloeremissie tijdens beweiding. Grote effecten dienen nader in praktijk vastgesteld te worden.
• Toepassing BEA-systematiek voor berekening TAN-uitscheiding	5 – 15%	<	0	0	Melkvee, biologisch	+	Ja	Dit onderzoek kan in combinatie met het onderzoek naar verlaging van het eiwitgehalte worden uitgevoerd. Validatie van de nauwkeurigheid van de BEA systematiek is wenselijk.

¹⁾ < = verlaging; 0 = geen effect; > = verhoging; <> = onbekend; ²⁾ BKG = broeikasgassen; ³⁾ - = niet perspectiefvol; +/- = twijfelachtig perspectief; + = perspectiefvol; ++ = zeer perspectiefvol; ⁴⁾ PvA = Plan van aanpak ⁵⁾ Biologisch = ook toepasbaar in de biologische veehouderij in dezelfde diercategorieën als aangegeven veehouderij

2.4 Organisatie en begeleiding uitvoering

De projectorganisatie en bijbehorende verantwoordelijkheden wordt beschreven aan de hand van de elementen: uitvoering, overleg en communicatie.

Uitvoering. De werkzaamheden worden uitgevoerd binnen deelprojecten. Elke oplossingsrichting wordt in een deelproject uitgewerkt. Deze deelprojecten worden inhoudelijk en beheersmatig aangestuurd door deelprojectleiders. De algehele coördinatie en aansturing van de deelprojectleiders ligt bij de projectleider. Projectleider en deelprojectleiders vormen samen het projectteam. Het projectteam komt op regelmatige basis bij elkaar voor afstemming. De eindverantwoordelijkheid aan de uitvoeringszijde voor alle inhoudelijke en beheersmatige (tijd en budget) aspecten liggen bij de projectleider. De projectleider is het aanspreekpunt voor de opdrachtgever, organiseert en agendeert bijeenkomsten voor voortgangsoverleg/begeleiding, en draagt zorg voor verslaglegging.

Overleg opdrachtgever – opdrachtnemer. De opdrachtgever vaardigt een vertegenwoordiger af die als gedelegeerd opdrachtgever fungeert en die het centrale aanspreekpunt voor de projectleider vormt. De gedelegeerde opdrachtgever stelt een begeleidingscommissie samen. De inhoudelijke voortgang en rapportages van het onderzoek worden binnen de begeleidingscommissie besproken. Alle beslissingen over eventuele bijstelling van het onderzoeksprogramma evenals de externe communicatie lopen via de begeleidingscommissie.

Communicatie. Op regelmatige tijdstippen tijdens de uitvoering van het PVA worden middels informatiebijeenkomsten resultaten uit het onderzoek gepresenteerd. Doelgroep bij deze informatiebijeenkomsten zijn bedrijfsleven (veehouders, toeleverende bedrijfsleven), adviseurs, betrokken overheden en onderzoekers. De informatiebijeenkomsten hebben tot doel de doelgroepen te informeren over behaalde resultaten, de inpasbaarheid en effectiviteit in de praktijk van onderzochte maatregelen te bespreken, en heeft tevens tot doel door informatieverstrekking draagvlak in de praktijk te creëren.

3 Uitwerking PvA in deelprojecten

3.1 Selectie en fasering deelprojecten

In de tabellen 1,2 en 3 is een selectie gemaakt van maatregelen die kandidaat zijn voor opname in het PvA (zie betreffende kolom in de tabellen: ja of nee). In het selectieproces van kandidaat-PvA zijn hierbij de volgende afwegingen gemaakt. Allereerst is bekeken of de effecten van een voorgestelde maatregel in de vorm van een PAS-maatregel moet worden uitgevoerd of dat er andere regeltechnische mogelijkheden zijn. De reducerende effecten van minder jongvee op melkveebedrijven kunnen bv. via de omgevingsvergunning worden verdisconteerd. Vervolgens is een technisch-bedrijfseconomische afweging gemaakt om op voorhand kostbare, niet inpasbare, niet voldoende effectieve (<10% ingeschat) of qua neveneffecten zeer risicovolle maatregelen niet mee te nemen bij de kandidaten voor het PvA. Tenslotte is gekeken of voor de betreffende maatregel aanvullende onderzoeksinformatie noodzakelijk is voor toetsing van de maatregel voor opname in het PAS-overzicht, of dat alle informatie voor deze toetsing beschikbaar is op basis van eerder uitgevoerd onderzoek. Wanneer voldoende informatie reeds voorhanden is bestaat er uiteraard geen noodzaak voor opname in het PvA.

Niet alle kandidaat-maatregelen zijn opgenomen in het voorliggende PvA. In afstemming met opdrachtgever is een selectie gemaakt. Een prioritering is noodzakelijk omdat het beschikbare onderzoeksbudget grenzen stelt. Daarnaast is een aantal maatregelen niet opgenomen omdat verwacht wordt dat andere onderzoeksprogramma's en bedrijfsleven hierin het voortouw kunnen nemen. De geselecteerde oplossingsrichtingen of specifieke maatregelen staan opgenomen in tabel 4. Op basis van voortschrijdend inzicht bij de uitvoering van het PvA bestaat altijd de mogelijkheid om niet-geselecteerde kandidaat-maatregelen alsnog mee te nemen in het PvA. Daarnaast kunnen niet in de groslijst voorkomende maatregelen door derden worden aangedragen als PAS-maatregel. Via een indicatieve beoordelingstap door deskundigen kunnen ook deze, bij een positief beoordelingsresultaat, alsnog aan het PvA worden toegevoegd.

Op basis van de gemaakte keuzes zijn in het volgende hoofdstuk deelprojecten uitgewerkt voor de verschillende oplossingsrichtingen per diercategorie. Daarnaast zijn een aantal deelprojecten uitgewerkt die een ondersteunende rol vervullen in het ontwikkelen en implementeren in regelgeving van PAS-maatregelen voor alle categorieën. In tabel 4 is voor een aantal oplossingsrichtingen ingevuld dat ze in eerste instantie indicatief beoordeeld zullen worden (zie ook 2.4). Op basis van de indicatieve beoordeling zal besloten worden of tot vervolgonderzoek kan worden overgegaan. Deze potentiële vervolgstudies zijn nog niet opgenomen in het PvA.

Tabel 4

Overzicht geselecteerde oplossingsrichtingen en specifieke maatregelen voor onderzoek in het PvA: uitvoering indicatieve beoordeling en fasering over 2012 – 2015, en verwijzing naar paragrafen van hoofdstuk 3.2 met uitwerking deelprojecten.

Categorie	Oplossingsrichting/maatregel	2012	2013	2014	2015	uitwerking paragraaf
Varkens						
voermaatregelen	validatie-methode		x	x		1
	Verlaging eiwitgehalte		x	x	x	3
	NSP		x	x	x	3
	Kat-/anion balans		x	x	x	3
huisvesting						
	Partiële reiniging kelderlucht: proof of principle	x	x			4
	Partiële reiniging kelderlucht: validatie			x		5
Pluimvee						
voermaatregelen	validatie-methode		x	x	x	1 en 2
	Verlaging eiwitgehalte			x	x	6
	Drogere mest	x	x	x	x	6
huisvesting						
	Warmtewisselaar: opfok pluimveecategorieën, indicatief			x		7
management						
	Snijmaïs als strooisel: validatie	x	x	x		8
	Regelmatig verwijderen strooisel: proof of principle		x	x		9
	Regelmatig verwijderen strooisel: validatie			x	x	10
Rundvee						
voermaatregelen						
	Vermindering TAN-excretie/concentratie melkvee: vooronderzoek	x	x			11
	Vermindering TAN-excretie/concentratie melkvee: validatie-experiment		x	x		12
	Ontwikkelen voermaatregelen melkvee: bedrijfsmonitoringsparameters			x	x	13
huisvesting						
	Biologisch aanzuren mestkelder	x	x	x		14
	Drijvende ballen: indicatief			x		15
	Aangepaste roostervloer: indicatief			x		15
	Optimalisatie mestschuif: indicatief			x		15
	Koelelementen mestkelder: indicatief			x		15
	Ureaseremmers: proof of principle		x	x		16
	Ureaseremmers: validatie			x	x	17
	Gecontroleerde luchtstroming ACNV		x	x		18
management						
	Effect van beweiding op ammoniakemissie melkvee: deskstudie			x		19
Alle categorieën						
	Indicatieve beoordelingen op basis van voorstel derden	x	x	x	x	20
	Advisering voor ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen	x	x	x	x	21

3.2 Deelprojecten voor ontwikkeling en validatie PAS-maatregelen

De eerste drie deelprojecten die hier aan de orde komen hebben betrekking op de wijze waarop voermaatregelen worden onderzocht en als emissiearme maatregel kunnen worden ingevoerd. Het betreft een deskstudie die betrekking heeft op alle 3 hoofddiercategorieën en een technische studie bij pluimvee. In de eerste deskstudie wordt ingegaan op de vraag op welke wijze modelmatige kennis van effecten van voersamenstelling op de ammoniakemissie toegepast kan worden in het proces van beoordeling en beschrijving emissiearme voermaatregelen. De technische studie ondersteunt deze deskstudie door te onderzoeken of er voldoende verbanden te vinden zijn tussen strooiselkwaliteit en ammoniakemissie voor het opstellen van een rekenmodel voor emissiearm voeren in de pluimveehouderij. De resultaten van deze studies worden tijdens de uitvoering van het PvA gebruikt voor het kiezen tussen uitvoeringsscenario's. In eerste instantie worden in het PvA per diercategorie twee scenario's opgehouden voor de uitwerking van voermaatregelen:

- uitwerking van voermaatregelen met een bepaalde voorgeschreven samenstelling die volgens het meetprotocol zijn getest;
- uitwerking binnen een diercategorie van een rekenmodel voor de effecten van voersamenstelling dat wetenschappelijk is gevalideerd en op basis waarvan vervolgens uiteenlopende voermaatregelen kunnen worden gedefinieerd die niet meer met het meetprotocol behoeven te worden gevalideerd.

Beide scenario's worden in de beschrijving van deelprojecten meegenomen. Op basis van de resultaten van de deskstudie en de technische pluimveestudie wordt per diercategorie naderhand een keuze gemaakt tussen beide scenario's.

Na de hiervoor genoemde twee deelprojecten worden achtereenvolgens per diercategorie de deelprojecten toegelicht conform de volgorde van tabel 4. Het geheel wordt afgesloten met een aantal algemene deelprojecten die de ontwikkeling en implementatie van PAS-maatregelen ondersteunen.

3.2.1 Deskstudie: Scenario's voor validatie van voermaatregelen

Achtergrond en probleemstelling

Bij de invoering van voermaatregelen komen een aantal vragen naar voren over de toe te passen systematiek voor validatie van het niveau van emissiereductie. Wanneer hierbij gebruik gemaakt wordt van de huidige standaardsystematiek, zoals toegepast voor emissiearme stallen, komen een aantal knelpunten naar voren die waarschijnlijk opgelost zouden kunnen worden door de systematiek te wijzigen. De gewijzigde systematiek is gebaseerd op een modelmatige beschrijving van voereffecten, waardoor deze mogelijk veel eenvoudiger en effectiever zijn in te zetten en ook veel eenvoudiger en met minder kosten zijn te valideren.

De knelpunten en de rol die een model voor emissiearm voer zou kunnen hebben wordt hieronder kort samengevat.

Beschrijving van de voermaatregelen. Er wordt nu uitgegaan van het vastleggen van voorwaarden waaraan emissiebepalende voerparameters van een emissiearm voeder moeten voldoen. Dat betekent bv. een maximale hoeveelheid eiwit, of een bepaalde elektrolytenbalans of een gehalte aan een bepaald urine-verzurend middel. Er zijn zeer veel combinaties van instelmogelijkheden denkbaar, en er zijn ook veel interacties mogelijk tussen parameters die lastig in een beschrijving zijn op te nemen. Het is veel doelmatiger om de effecten van voermaatregelen te koppelen aan de verwachte effecten op emissiebepalende mestparameters (TAN/ureum, pH, drogestof). De relaties tussen de niveaus van de emissiebepalende mestparameters en de ammoniakemissie in een gegeven stalsysteem kunnen eveneens modelmatig worden uitgedrukt. Een onderliggend model kan hierdoor emissiearm voer op een qua samenstelling zeer flexibele wijze formuleren en problemen van versturende interacties tussen voerparameters verdisconteren.

Combinatie van stal- en voermaatregelen De emissiereducerende effecten van voermaatregelen kunnen bij toepassing in verschillende stalsystemen verschillen. Afleiding van deze interacties uit meetrapporten kan lastig zijn. Beschrijvingen in de Rav kunnen hierdoor eveneens complex en onoverzichtelijk worden. Een onderliggend model voor de voereffecten kan hierbij diensten bewijzen

doordat afleidingen naar verschillende stalsystemen via het model kunnen plaatsvinden, waardoor de huidige kennis op een consistente manier kan worden ingezet. Voor de beschrijving zou verwezen kunnen worden naar een model-interface waarin het netto-effect van emissiearm voer en stalstelsel aangeklikt kan worden.

Validatie van emissiearme voermaatregelen In de huidige systematiek worden de effecten van emissiearme voermaatregelen in praktijktesten conform het vastgestelde meetprotocol doorgemeten. Er zijn veel verschillende emissiearme voersamenstellingen denkbaar die allen doorgemeten moeten worden. Een modelbeschrijving van de voereffecten waarvan de geldigheid is aangetoond zou hier een sterk kostenbesparend effect kunnen hebben.

Er zijn meerdere scenario's denkbaar voor de wijze waarop modelmatige kennis van voersamenstelling en de effecten op ammoniakemissie ingezet zou kunnen worden in het proces van beoordeling en beschrijving emissiearme maatregelen. Er is behoefte aan een verkenning van deze scenario's waarbij alle voor- en nadelen vanuit verschillende invalshoeken (modeltechnisch, effect op beoordelingsproces, regeltechnische begrenzingen, gebruiksvriendelijkheid, kosten etc.) op een rij worden gezet.

Doelstelling

De doelstelling van deze studie is de voor- en nadelen te verkennen van verschillende scenario's voor de toepassing van modelmatige kennis van effecten van voersamenstelling op de ammoniakemissie in het proces van beoordeling en beschrijving emissiearme voermaatregelen.

Aanpak en fasering

Er wordt een startnotitie opgesteld waarin de hoofdfacetten van de opname van emissiearme voermaatregelen in een overzicht wordt besproken en de knelpunten zichtbaar gemaakt bij hantering van de gebruikelijke systematiek voor opname van maatregelen. Vervolgens worden beoordelingscriteria opgesteld die van belang zijn voor het evalueren van alternatieven voor de huidige systematiek gebaseerd op gebruik van modelmatige kennis. In de notitie worden een aantal mogelijke scenario's voorgesteld en op basis van de opgestelde beoordelingscriteria worden voor- en nadelen kort besproken. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de tot dusver opgestelde studies naar voermaatregelen in de verschillende diersectoren. Daarbij wordt ook gelet op de mogelijkheden die er zijn voor aansluiting op de huidige werkwijze van de TacRav

De startnotitie wordt in overleg met opdrachtgever voorgelegd aan beleidsmedewerkers van de overheid om te toetsen in hoeverre scenario's inpasbaar zijn in regelgeving. De reacties worden gebruikt voor een bijstelling van de notitie met een eventuele aanpassing van scenario's en met een verdere uitwerking van de voor- en nadelen per scenario. Tevens worden dan de resultaten van de ondersteunende technische studies naar verbanden tussen strooiseleigenschappen en ammoniakemissie bij pluimvee meegenomen. De witte vlekken op het terrein van modeluitwerking worden in kaart gebracht. Voor elk scenario wordt aangegeven welke vervolgstappen voor verdere uitwerking moet worden gezet.

Fasering: uitvoering van de studie is voorzien in 2013. Definitieve afronding kan plaatsvinden na afronding van de ondersteunende technische pluimveestudie voorjaar 2014.

Resultaten en producten

Notitie met scenario's voor het uitwerken van emissiearme voermaatregelen in PAS. Het product wordt gebruikt voor een keuze tussen uitvoeringsscenario's van voermaatregelen en de invulling van vervolgonderzoek in het PvA.

3.2.2 Effect klimaat en drogestofgehalte op strooiselkwaliteit en ammoniakemissie pluimvee

Achtergrond en probleemstelling

Bij pluimvee op strooisel bestaat er een belangrijke relatie tussen het drogestofgehalte (ds-gehalte) van het strooisel en de ammoniakemissie (Groot Koerkamp, 1998). Volgens Groot Koerkamp et al.

(2000) neemt de ammoniakvorming in mest (of strooisel) bij pluimvee af als het ds-gehalte in de mest lager is dan 60% of hoger dan 80%. Daartussen zijn de omstandigheden voor de emissie van ammoniak optimaal. De emissie is maximaal bij een ds-gehalte van ca. 75%. Bij vleeskuikens ligt het ds-gehalte van de mest in het algemeen in de range tussen de 55 en 75%. Bij geforceerde luchtstroming over het strooisel neemt de ammoniakemissie echter sterk af (o.a. mixluchtsysteem, luchtmengsysteem i.c.m. warmtewisselaar), terwijl het ds-gehalte van de strooiselmest niet boven de 65% uitkomt. Kortom de relatie tussen ds-gehalte van de strooiselmest en de ammoniakemissie is niet eenduidig en blijkbaar spelen ook andere factoren een rol bij de ammoniakvorming, bijv. de vorming van een droge laag rond de keutel, terwijl het ds-gehalte niet veel verandert.

Voermaatregelen, zoals eiwitgehalteverlaging of verandering van de elektrolytenbalans (dEB), hebben vaak een interactie met het ds-gehalte van de mest. Hierdoor is het onduidelijk of bepaalde effecten door het ds-gehalte van de mest, door het ammonium-gehalte of de pH van de mest worden veroorzaakt. Ook de rulheid van het strooisel en de mate van broei kunnen een rol spelen. Het is hierdoor onduidelijk hoe effectief voer- en managementmaatregelen onder wisselende omstandigheden werkelijk zijn en op welke wijze reducerende effecten van strooiseldrogingssystemen en voermaatregelen kunnen worden opgeteld.

Het is daarom gewenst om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen het ds-gehalte van de strooiselmest en de ammoniakemissie. Het ds-gehalte van de strooiselmest wordt vooral via de mest en via het stalklimaat beïnvloed. In dit project zullen beide factoren worden onderzocht. In dit onderzoek beperken wij ons tot de vleeskuikens. De volgende onderzoeksvragen zullen in dit project worden beantwoord:

1. Wat is het effect van buiten- en binnenklimaat op de strooiselkwaliteit en de ammoniakemissie?
2. Wat is de samenhang tussen het ds-gehalte van de uitgescheiden mest op de strooiselkwaliteit (ds-gehalte, pH, strooiseltemperatuur, rulheid, totaal stikstof en ammonium stikstof gehalten van de strooiselmest) en de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen?

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is:

- analyse van het effect van klimaatfactoren (T, RV, verdampingspotentieel, debiet) op strooiselkwaliteit en ammoniakemissie;
- het bestuderen van de samenhang tussen het ds-gehalte van de uitgescheiden mest op de strooiselkwaliteit/-karakteristieken (ds-gehalte, pH, strooiseltemperatuur, rulheid, totaal stikstof en ammonium stikstof gehalten van de strooiselmest) en de ammoniakemissie.

Aanpak en fasering

Het onderzoek wordt onderverdeeld in een vooronderzoek (deskstudie) en een experimenteel onderzoek. In de deskstudie wordt de relatie bepaald tussen effecten van buiten- en binnenklimaat op de ammoniakemissie op basis van onderzoeksgegevens die in eerdere onderzoeken zijn verzameld. In het experimenteel onderzoek worden onder gecontroleerde omstandigheden de effecten onderzocht van ds-gehalte van de uitgescheiden mest en het effect van omgevingsklimaat op de strooiselkarakteristieken (ds-gehalte, rulheid, pH, strooiseltemperatuur, totaal stikstof- en ammoniumstikstofgehalte) en de ammoniakemissie. Beide onderzoeken vullen elkaar aan. Op basis van de deskstudie zullen de instellingen van het experimenteel onderzoek worden vastgesteld. De deskstudie kan geen uitspraak doen over het effect van het ds-gehalte van de mest op de ammoniakemissie en de interactie tussen ds-gehalte van de mest en omgevingsfactoren. Daarnaast wordt in het experimentele onderzoek gekeken naar de relatie tussen strooiselkarakteristieken (rulheid, strooiseltemperatuur, pH, e.d.) en de ammoniakemissie.

Vooronderzoek

In het verleden zijn op het 'oud' Spelderholt (in Beekbergen) en 'nieuw' Spelderholt (in Lelystad) veel onderzoeken gedaan naar het effect van verschillende maatregelen op de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. Tijdens deze onderzoeken zijn ook steeds één of twee controleafdelingen meegenomen. Uit een eerste oriëntatie blijkt dat er grote verschillen in gemiddelde ammoniakemissies kunnen optreden tussen controleafdelingen die op verschillende tijden in het jaar zijn bemeaten (variatie tussen 2,8 en 5,6 g NH₃ per vleeskuiken per ronde van 5 weken). In dit onderzoek wordt getracht inzicht te krijgen in de factoren die deze variaties veroorzaken. De factoren waar vooral naar

gekeken zal worden zijn: temperatuur en relatieve luchtvochtigheid buiten en in de stal en het ventilatiedebiet. Daarnaast zal onderzocht worden of het dampspanningsverschil tussen strooisel en lucht (ofwel het verdampingspotentieel) van invloed is op het ds-gehalte van het strooisel en daarmee op de ammoniakemissie.

Er zal een database worden gemaakt met gegevens uit onderzoeken die in het verleden zijn gedaan op het 'oud' en 'nieuw' Spelderholt naar de ammoniakemissie bij vleeskuikens. De resultaten van deze deskstudie zullen tevens worden gebruikt voor het instellen van de klimaatvarianten in het Experimenteel onderzoek.

Experimenteel onderzoek

Om verschillen in strooiselkwaliteit te creëren, a.g.v. verschillen in (buiten)klimaat/-omstandigheden zal dit onderzoek worden uitgevoerd in de klimaatstal van het CVI te Lelystad. In deze stal is het mogelijk de temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) zeer nauwkeurig te regelen. Op deze wijze is het mogelijk verschillen te creëren in T en RV zodat het effect van het buitenklimaat (m.n. RV) op de strooiselkenmerken kan worden gesimuleerd. Daarnaast worden om verschillen in ds-gehalte van de uitgescheiden mest te creëren voeders met een verschillend kaliumgehalte gebruikt, middels toevoeging van kaliumchloride.

Het onderzoek zal worden opgezet als een 2x4 factoriële proef, te weten twee klimaatinstellingen en 4 kaliumgehalten voer. De toewijzing van de behandelingen zal zodanig geschieden dat elke behandeling twee keer voorkomt per klimaatgescheiden afdeling. Dit onderzoek zal twee volledige productieronden van 35 dagen omvatten

De volgende parameters zullen worden gemeten:

- NH₃, CO₂, T en RV metingen
Bepaling strooisel karakteristieken: ruheid, compactheid, pH, chemische samenstelling.
- Productieparameters
- Mesthoeveelheid

Planning deskstudie: uitvoering 2013.

Planning experimentele studie: uitvoering najaar 2013 en voorjaar 2014. Afronding rapporten 2014.

Resultaten en producten

Als resultaat van dit project zijn twee rapporten voorzien:

- Bepaling van het effect van buitenklimaat op de strooiselkwaliteit en ammoniakemissie in vleeskuikenstallen; deskstudie.
- Effect van drogestofgehalte van de uitgescheiden mest en van het stalklimaat op de strooiselkwaliteit en de ammoniakemissie bij vleeskuikens

De producten worden gebruikt voor een keuze tussen uitvoeringsscenario's van voermaatregelen en de invulling van vervolgonderzoek in het PvA.

3.2.3 Voermaatregelen varkenscategorieën: uitvoeringsopties

Achtergrond en probleemstelling

In het kader van PAS wordt verkend of het mogelijk is om een nieuw overzicht (bijlage) te maken met voer- en managementmaatregelen. Deze nieuwe bijlage zou dan voer- en managementmaatregelen kunnen bevatten die aantoonbaar effectief, controleerbaar en handhaafbaar zijn. De effectiviteit dient te worden gewaarborgd via toepassing van het meetprotocol voor NH₃-emissiefactoren of een qua nauwkeurigheid vergelijkbaar meetprotocol. PAS-maatregelen mogen ook gevalideerd worden door middel van een rekenmodel dat wetenschappelijk getoetst is. Afhankelijk van het resultaat van deelonderzoek 1 kan de uitwerking gebaseerd zijn op validatie volgens het meetprotocol van afzonderlijke maatregelen, of kan het gaan om het uitwerken van een rekenmodel voor beoordeling van voermaatregelen.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is gericht op het verkrijgen van onderzoeksinformatie voor het kunnen vaststellen van emissiefactoren van voermaatregelen in het kader van PAS.

Aanpak en fasering

Afhankelijk van de keuze in voermaatregelscenario's zal dit deelproject nader ingevuld worden voor de verschillende varkenscategorieën vanaf medio 2013 en verder. Het kan hierbij gaan om validatieonderzoek aan vooraf gespecificeerd emissiearm voer volgens de door de TacRav voorgeschreven meetprotocollen, of het kan gaan om het nader uitwerken van een rekenmodel waarmee emissiefactoren van voermaatregelen kunnen worden vastgesteld

Resultaten en producten

Rapportage op basis waarvan emissiefactoren voor voermaatregelen kunnen worden vastgesteld.

3.2.4 Partiële reiniging lucht via onderafzuiging in vleesvarkensstallen en zeugenstallen: proof of principle

Achtergrond en probleemstelling

Voor het bereiken van de doelstellingen van de PAS is er behoefte aan aanvullende technische maatregelen die zowel in nieuwe als bestaande stallen kan worden toegepast. Als emissiearme maatregel worden de laatste jaren op veel varkensstallen luchtwassers geplaatst om de uitgaande lucht te reinigen van ammoniak, geur en fijnstof. Het nadeel van de huidige wijze waarop luchtwassers worden ingezet is dat het niets doet aan de luchtkwaliteit in de stal. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat zowel de varkenshouder als de varkens gezondheidsproblemen kunnen krijgen als gevolg van de slechte luchtkwaliteit in stallen. Ammoniakconcentraties kunnen daarbij oplopen tot wel 60 ppm. In Denemarken is een onderzoekslijn in gang gezet met lokale afzuiging en reiniging van de lucht. Hierbij wordt een deel van de lucht (ca. 10 à 20% van de maximum capaciteit) onder de roosters afgezogen, terwijl de rest van de lucht via het dak wordt afgezogen. De hoeveelheid onder de roosters afgezogen lucht is ongeveer gelijk aan de minimum ventilatie in de stal (de ventilatie die wordt toegepast in de winter). De lucht die onder de roostervloer wordt afgezogen, bevat veel ammoniak en geurcomponenten. Door deze lucht vervolgens te reinigen met een luchtwasser kunnen de ammoniak- en geuremissie in de stal belangrijk worden gereduceerd. Volgens Deens onderzoek kan de ammoniakemissie hiermee met 50 à 70% worden gereduceerd. Het grote voordeel van onderafzuiging is dat de vervuilende componenten die uit de mest emitteren direct worden afgezogen en daardoor niet in de leefomgeving van de dieren terecht komen. Dit geeft een sterke verbetering van de luchtkwaliteit in de stal. In Nederland is enige ervaring opgedaan met onderafzuiging bij vleeskalveren. Uit een eerste pilotstudie in een praktijkstal tijdens de lente en de zomer is gebleken dat de ammoniakemissie met 35 tot 50% kon worden verlaagd (Smits et al. 2008). Door verdere optimalisatie kunnen bij varkens mogelijk hogere reducties bereikt worden, vergelijkbaar met de reductieniveaus in Deens onderzoek.

In dit onderzoek zal onderzocht worden op welke manier het systeem, zoals dat in Denemarken is onderzocht, vertaald kan worden naar Nederlandse omstandigheden. Het gaat hier om een proof of principle voor Nederlandse stalrichtingen. Dit onderzoek zal plaatsvinden op VIC Sterksel. Op deze manier kan het ook dienen als demonstratieobject voor de vele varkenshouders die VIC Sterksel jaarlijks bezoeken. In nader te beschrijven vervolgonderzoek (zie volgend deelproject) zal het systeem dienen te worden gevalideerd onder praktijkomstandigheden, waarbij emissiefactoren voor het systeem zullen worden vastgesteld. Op basis van de resultaten van het proof of principle onderzoek kan bepaald worden hoe het validatieonderzoek zou moeten worden opgezet.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is te bepalen hoe het Deense partiële onderafzuigstelsel vertaald kan worden naar de Nederlandse situatie, en een proof of principle onderzoek uit te voeren voor Nederlandse omstandigheden. Hiertoe zal dit onderafzuigstelsel worden getest in twee varianten bij vleesvarkens en één variant bij guster en drachtige zeugen.

Aanpak en fasering

Het onderzoek bestaat uit de volgende activiteiten:

1. Inventarisatie van de huidige stand van zaken van het onderzoek naar en praktijkervaring met partiële onderafzuigsystemen.
2. Luchtstromingsberekeningen voor een optimale implementatie van het onderafzuigstelsel bij vleesvarkens en guster en drachtige zeugen.

3. Implementatie van twee varianten van het onderafzuigsysteem bij vleesvarkens en één variant bij zeugen.
4. Uitvoeren van debiet- en concentratiemetingen van ammoniak, geur en fijnstof.

Elke activiteit zal met een korte memo worden afgesloten die wordt gebruikt voor een voortgangsbespreking met opdrachtgever.

Ad 1.

Hiervoor zal een bezoek worden gebracht aan de Universiteit van Aarhus in Denemarken, waar de stand van zaken van het onderzoek met betreffende onderzoekers zal worden bediscussieerd. Verder zal een bezoek worden gebracht aan een producent die het onderafzuigsysteem implementeert in Deense stallen. Er zal tevens een bezoek worden gebracht aan bedrijven die het systeem al in de praktijk hebben geïnstalleerd. Hun ervaringen zullen worden meegenomen voor het ontwerpen van het systeem voor de Nederlandse situatie.

Ad 2.

Gegevens zullen worden aangeleverd aan een in CFD-modellen gespecialiseerde onderzoeken voor het uitvoeren van luchtstromingsberekeningen in varkensstallen bij onderafzuiging. Op basis deze luchtstromingsberekeningen zal bepaald worden welke varianten optimaal zijn voor toepassing in moderne vleesvarkensstallen in Nederland en welke varianten geschikt zijn voor toepassing in stallen voor guste en drachtige zeugen.

Ad 3.

Op basis van de berekeningen genoemd onder punt 2 zullen voor vleesvarkens (2 varianten) en voor guste en drachtige zeugen (1 variant) de optimale varianten worden uitgekozen voor toepassing op VIC Sterksel. Deze varianten zullen samen met stalinrichtingsleveranciers worden ingebouwd op VIC Sterksel.

Ad 4.

Er zullen metingen worden uitgevoerd in 4 vergelijkbare afdelingen voor vleesvarkens en 2 vergelijkbare afdelingen voor guste en drachtige zeugen. In 2 van de 4 vleesvarkensafdelingen en 1 van de 2 zeugenafdelingen zal het onderafzuigsysteem worden geïmplementeerd. De andere afdelingen dienen als controle. Het onderzoek zal worden uitgevoerd gedurende 4 maanden, dit komt overeen met één ronde voor vleesvarkens. De volgende metingen zullen worden uitgevoerd in de verschillende afdelingen:

- Ammoniakconcentratie: 1x per 2 weken continue meting gedurende 24 uur van de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht in alle afdelingen in het onderzoek. Bij onderafzuiging wordt de ammoniakconcentratie zowel in deze lucht bepaald als in de lucht die via het dak de stal verlaat. Daarnaast wordt de concentratie van de ingaande lucht gemeten en wordt bij de vleesvarkens de concentratie gemeten onder het rooster en op dierniveau in zowel de afdelingen met onderafzuiging als in de controleafdelingen.
- PM10 concentratie: 1x per 2 weken continue meting gedurende 24 uur in alle uitgaande luchtkokers met behulp van DustTraks. Daarnaast meting van PM10 concentratie in de ingaande lucht.
- Geurconcentratie: 1x per 4 weken van 10:00 – 12:00 uur in alle uitgaande luchtkokers.
- Ventilatie-debiet: debietmetingen met meetventilatoren in alle uitgaande luchtkokers.

Planning:

- Activiteit 1: augustus/september 2012
- Activiteit 2: augustus/september 2012
- Activiteit 3: september/oktober 2012
- Activiteit 4: november 2012 – februari 2013
- Concept rapport: maart 2013

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van onderafzuiging met luchtreiniging op emissies van ammoniak, fijnstof en geur bij vleesvarkens en guste en drachtige zeugen: proof of principle voor Nederlandse omstandigheden.

Het rapport wordt gebruikt bij de afweging of vervolgonderzoek binnen het Pva in de vorm van validatiemetingen voor emissiefactoren kan worden ingezet.

3.2.5 Partiele reiniging lucht in vleesvarkensstallen en zeugenstallen: validatieonderzoek

Achtergrond en probleemstelling

De aanleiding voor het ontwikkelen van partiële reiniging van lucht staat in het vorige deelonderzoek beschreven. Uit dit vooronderzoek volgt een beslismoment, waarin wordt besloten tot het al of niet uitvoeren van validatieonderzoek voor het vaststellen van emissiefactoren. Het voorliggende deelproject wordt uitgevoerd wanneer de resultaten van het vooronderzoek positief zijn voor het vaststellen van emissiefactoren.

Doelstelling

Het uitvoeren van emissieonderzoek in met luchtreiniging van afgezogen kelderlucht uitgeruste vleesvarkensstallen en zeugenstallen volgens de door TacRav voorgeschreven meetprotocollen, of daarmee gelijkwaardige. Het onderzoek is gericht op het bepalen van emissiefactoren NH₃, geur, fijnstof en broeikasgassen.

Aanpak en fasering

De emissiefactoren zullen zowel voor de vleesvarkencategorie als de zeugencategorie volgens de case-control opzet van het meetprotocol worden doorgemeten in twee praktijkstallen voor elke categorie, totaal vier stallen. Elk bedrijf bevat zowel controle-afdelingen als met de techniek uitgeruste afdelingen. Er bestaat een voorkeur voor het doormeten van minimaal 2 controle-afdelingen en twee proefafdelingen per bedrijf om de effecten van mogelijke verstrengeling van afdelings- en behandelingseffecten terug te dringen.

De meetstrategie is gericht op het uitvoeren van 24 uren-metperiodes voor gelijktijdige emissies in de controle- en de proefafdelingen. Voor geur zal tijdens deze meetperiode tussen 10 en 12 in de morgen worden gemeten. In totaal zullen op elk bedrijf 6 metingen uitgevoerd worden verspreid over het jaar volgens de voorschriften van het meetprotocol. De toe te passen meetmethoden zullen in een later stadium worden uitgewerkt.

Fasering: uitvoering van dit onderzoek is voorzien voor 2014 mits resultaten proof of principle onderzoek positief zijn.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van onderafzuiging met luchtreiniging op emissies van ammoniak, fijnstof en geur bij vleesvarkens en gaste en drachtige zeugen: uitvoering van een meetprogramma voor het vaststellen van emissiefactoren.

Het rapport wordt gebruikt voor het vaststellen van emissiefactoren voor de betreffende techniek in de vleesvarken- en zeugencategorie.

3.2.6 Voermaatregelen pluimveecategorieën: uitvoeringsopties

Achtergrond en probleemstelling

In het kader van PAS wordt verkend of het mogelijk is om een nieuw overzicht (bijlage) te maken met voer- en managementmaatregelen. Deze nieuwe bijlage zou dan voer- en managementmaatregelen kunnen bevatten die aantoonbaar effectief, controleerbaar en handhaafbaar zijn. De effectiviteit dient te worden gewaarborgd via toepassing van het meetprotocol voor NH₃-emissiefactoren of een qua nauwkeurigheid vergelijkbaar meetprotocol. PAS-maatregelen mogen ook gevalideerd worden door middel van een rekenmodel dat wetenschappelijk getoetst is.

Doelstelling

De doelstelling in brede zin van dit onderzoek is gericht op het verkrijgen van onderzoeksinformatie voor het kunnen vaststellen van emissiefactoren van voermaatregelen in het kader van PAS.

Aanpak en fasering

Afhankelijk van de keuze in voermaatregelsscenario's zal dit deelproject nader ingevuld worden voor de verschillende pluimveecategorieën, vanaf medio 2014. Het kan hierbij gaan om validatieonderzoek aan vooraf gespecificeerd emissiearm voer volgens de door de TacRav voorgeschreven meetprotocollen, of het kan gaan om het nader uitwerken van een rekenmodel waarmee emissiefactoren van voermaatregelen kunnen worden vastgesteld

Resultaten en producten

Rapportage op basis waarvan emissiefactoren voor voermaatregelen kunnen worden vastgesteld.

3.2.7 Warmtewisselaars als reductieoptie in pluimveecategorieën: indicatief onderzoek

Achtergrond en probleemstelling

Uit recent onderzoek blijkt dat de toepassing van een warmtewisselaar een belangrijke reductie geeft van de ammoniakemissie in vleeskuikenstallen. Het effect wordt vooral toegeschreven door een betere luchtverdeling in de stal waardoor het strooisel (en de mest) sneller droogt. Daarnaast hoeft er minder te worden bijverwarmd met open heaters, die ook vocht produceren. Warmtewisselaars kunnen ook prima worden toegepast bij de opfok van vleeskuikenouderdieren en leghennen. Het is echter op dit moment nog onduidelijk welke effecten bij deze pluimveecategorieën verwacht mogen worden.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig:

- het bepalen van het perspectief van de warmtewisselaar als techniek voor ammoniakemissiereductie in opfokstallen voor vleeskuikenouderdieren en leghennen op basis van bestaande gegevens.
- vaststellen of de bij vleeskuikens gemeten ammoniakreductie is af te leiden naar opfok van vleeskuikenouderdieren en leghennen.

Aanpak en fasering

De volgende aspecten worden meebeschouwd bij de indicatieve beoordeling van deze techniek in de genoemde pluimveecategorieën:

- potentie om ammoniak te reduceren (>10%);
- afwenteling op andere milieucomponenten, zoals gasvormige emissies, of op dierenwelzijn of arbo-omstandigheden;
- kosteneffectiviteit;
- robuustheid, bedrijfszekerheid en praktisch inpasbaarheid;
- controleerbaarheid en handhaafbaarheid.

Op basis van de indicatieve beoordeling zal bij een positieve beoordeling een advies worden uitgebracht over de mogelijkheid een emissiefactor af te leiden voor genoemde opfokcategorieën. Indien bij een positieve indicatieve beoordeling afleiden niet mogelijk blijkt te zijn zal advies worden uitgebracht over een meetprogramma.

Resultaten en producten

Rapportage met een indicatieve beoordeling op basis waarvan (bij positieve beoordeling) een vervolg kan worden ingezet voor het afleiden van emissiefactoren of vervolgonderzoek met metingen.

3.2.8 Effect van gedroogde snijmaissilage op ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen: validatieonderzoek

Achtergrond en probleemstelling

Binnen genoemd kader bestaat er behoefte aan het vaststellen van het ammoniakemissie-reducerende effect van gedroogde snijmaissilage als strooiselmateriaal in vleeskuikenstallen. In een eerder onderzoek naar effecten van strooiselmaterialen op emissies (Proefaccommodatie 't Spelderholt) bleek in een vergelijkende opzet met continue ammoniakemissiemetingen over twee vleeskuikenronden dat de afdelingen met gedroogde snijmaissilage als strooiselmateriaal een gemiddeld 49% lagere ammoniakemissie hadden dan afdelingen met houtkrullen als strooiselmateriaal (Harn et al., 2009). Indien eveneens een vergelijkende meting naar het effect van gedroogde snijmaissilage uitgevoerd

wordt op een andere bedrijfslocatie, kan een emissiefactor worden afgeleid en kan voldaan worden aan gelijkwaardigheid met het huidige meetprotocol voor het vaststellen van een NH₃-emissiefactor.

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is het vaststellen van het effect van snijmaissilage als strooiselmateriaal versus houtkrullen als strooiselmateriaal op de (ammoniak)emissies uit vleeskuikenstallen, volgens een aan het VERA-protocol verwante meetopzet die gelijkwaardig is aan het meetprotocol voor het vaststellen van een NH₃-emissiefactor voorgeschreven door de TacRav.

Aanpak en fasering

Op een vleeskuikenbedrijf met twee identieke stallen met gelijke opzet van rondes worden over de periode van een jaar emissiemetingen uitgevoerd. De stallen verschillen enkel in het aangebrachte strooiselmateriaal: gedroogde snijmaissilage versus houtkrullen. Bij voorkeur wordt per ronde het strooiselmateriaal gewisseld tussen de beide stallen. De stallen bevatten geen emissiearme technieken. De bedrijfsvoering voldoet aan de landbouwkundige voorwaarden van het meetprotocol.

Omdat eerder is aangetoond dat er geen stofemissie-verschil tussen beide materialen optreedt beperken de emissiemetingen zich tot een optische meting van PM₁₀ en tot de componenten ammoniak, geur en broeikasgassen (lachgas, methaan; kooldioxide t.b.v. de CO₂-massabalans). De bemonsteringsstrategie is gebaseerd op het uitvoeren van zes 24-uursmetingen verdeeld over jaar en ronde, conform de voorschriften van het meetprotocol. Ammoniakconcentratie wordt volgens de nat-chemische methode bemeten, geurconcentraties volgens de olfactometrienorm (EN13725) en broeikasgassen middels een GC-analyse van het verzamelde 24-uursmonster. Het ventilatiedebiet wordt met behulp van de CO₂-massabalansmethode (rekenregels CIGR) vastgesteld. Indien de staluitvoering dit toelaat zal het extra energieverbruik van silage-droging worden meegenomen.

Selectie van het vleeskuikenbedrijf vindt plaats in september 2012. De metingen starten vanaf oktober 2012 en lopen door tot uiterlijk 1 oktober 2013. Er worden 2 metingen uitgevoerd in 2012, 4 in 2013. Rapportage vindt plaats in voorjaar 2014.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Praktijkvalidatie van gedroogde snijmaissilage als emissiearm strooisel in vleeskuikenstallen.

Het rapport wordt gebruikt voor het onderbouwen van een emissiefactor voor deze managementmaatregel.

3.2.9 Effect van regelmatige strooiselverwijdering op emissie van ammoniak en fijnstof uit leghennenstallen: proof of principle

Achtergrond en probleemstelling

In het kader van de PAS is er behoefte om voer- en managementmaatregelen te ontwikkelen voor leghennenstallen. In strooiselstallen voor leghennen komt de meeste ammoniak, geur en fijnstof uit de (strooisel)mest. Een mogelijke oplossing om de emissie van zowel ammoniak als fijnstof te reduceren is het toepassen van een dunnere strooisellaag. In de praktijk varieert de laagdikte van het strooisel van minder dan een centimeter (begin legperiode) tot ruim 10 cm aan het einde van de legperiode (Emous et al. 2004). Circa 50% van de legpluimveebedrijven start de legperiode met een kale betonvloer zonder strooisel. De andere helft strooit een laagje houtkrullen, zand of gehakseld stro. Pluimveehouders geven de voorkeur aan een dunne strooisellaag van enkele centimeters omdat een dikke laag meer problemen kan geven met buitennesteieren. Het verzamelen van buitennesteieren kost veel tijd en ook voor de productkwaliteit zijn buitennesteieren ongewenst. Om de strooisellaag dun te houden wordt tijdens de legperiode een gedeelte van het strooisel vanuit de gangpaden verwijderd en op de mestband geschept, waarna het strooisel richting de mestopslag wordt afgedraaid. De meeste pluimveehouders met volièrehuisvesting verwijderen tijdens de legperiode circa tweemaal handmatig een gedeelte van het strooisel. Na het verwijderen van het strooisel worden geen verse houtkrullen op de stalvloer aangebracht.

De laatste jaren zijn verschillende schuiven ontwikkeld om het strooisel onder de stellingen van volièresystemen frequent te verwijderen. In een literatuurstudie van van Emous et al. (2009) schatten men in dat het verlagen van de strooisellaag dikte van 10 naar 2 cm een verlaging van de fijnstofemissie zou geven van 50%. Daarbij werd eveneens verwacht dat dit geen negatieve effecten zou geven op stofbadgedrag. Uit literatuuronderzoek blijkt dat voor dierenwelzijn de kwaliteit van het strooisel veel belangrijker is dan de dikte van de strooisellaag. De verwachting is dat de ammoniakemissie ten gevolge van de afvoer van strooisel enigszins afneemt. De effecten op geur zullen beperkt zijn omdat de mestbanden de belangrijkste bron zijn. Deze maatregel is in principe goed controleerbaar via meting van de dikte van de strooisellaag of registratie van de schuifbewegingen. Ondernemers zijn extra gemotiveerd in het frequent toepassen van strooiselverwijdering omdat het risico op buitennesteieren daarmee afneemt.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het uitvoeren van een indicatieve beoordeling met indicatieve metingen om inzicht te krijgen in het potentiële reducerend effect van een dunne strooisellaag op de emissie van ammoniak en fijnstof.

Aanpak en fasering

De aanpak bestaat uit de volgende stappen:

Er worden indicatieve metingen uitgevoerd bij een tweetal volièrebedrijven met verschillende dikte van de strooisellaag. Hiervoor zijn bedrijven nodig die twee vergelijkbare stallen hebben voor een case-control meting waarbij er een verschil is in dikte van de strooisellaag. Ammoniakconcentraties en fijnstofconcentraties (PM10) worden over twee 24-uurs periodes bepaald. Het ventilatiedebiet wordt via de CO2 massa balans berekend.

Er wordt een indicatieve beoordeling uitgevoerd van frequente strooiselverwijdering als emissiereducerende techniek, conform eerder uitgevoerde beoordelingsstudies in het kader van het fijnstofonderzoek. In deze beoordeling worden tevens de resultaten van de indicatieve metingen opgenomen.

Fasering:

Najaar 2013: bedrijven opsporen, selecteren en bezoeken

Eerste helft 2014: indicatieve metingen bij volière bedrijven

Najaar 2014: afronden studie met rapport

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van frequente strooiselverwijdering op emissies van ammoniak en fijnstof uit volièrestallen: indicatieve beoordelingsstudie. Het rapport wordt gebruikt bij de afweging of vervolgonderzoek binnen het Pva in de vorm van validatiemetingen voor emissiefactoren kan worden ingezet.

3.2.10 Frequentie strooiselverwijdering door schuiven in volièrestallen: validatieonderzoek

Achtergrond en probleemstelling

De aanleiding voor het ontwikkelen van frequente strooiselverwijdering uit volièrestallen staat in het vorige deelonderzoek beschreven. Uit dit vooronderzoek volgt een beslismoment, waarin wordt besloten tot het al of niet uitvoeren van validatieonderzoek voor het vaststellen van emissiefactoren. Het voorliggende deelproject wordt uitgevoerd wanneer de resultaten van het vooronderzoek positief zijn voor het vaststellen van emissiefactoren.

Doelstelling

Het uitvoeren van emissieonderzoek naar frequente strooiselverwijdering door schuiven in volièrestallen volgens de door TacRav voorgeschreven meetprotocollen, of daarmee gelijkwaardige. Het onderzoek is gericht op het bepalen van emissiefactoren NH3 en fijnstof.

Aanpak en fasering

De emissiefactoren zullen volgens de case-control opzet van het meetprotocol worden doorgemeten in twee praktijkstallen. Elk bedrijf bevat zowel een controle-stal als een met strooiselschuiven uitgeruste afdelingen.

De meetstrategie is gericht op het uitvoeren van 24 uren-metperiodes voor gelijktijdige emissies in de controle- en de proefafdelingen. In totaal zullen op elk bedrijf 6 metingen uitgevoerd worden verspreid over het jaar volgens de voorschriften van het meetprotocol. De toe te passen meetmethoden zullen in een later stadium worden uitgewerkt.

Fasering: uitvoering van dit onderzoek is voorzien in de periode medio 2014 - medio 2015.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van frequente strooiselverwijdering op emissies van ammoniak en fijnstof uit volièrestallen: uitvoering van een meetprogramma voor het vaststellen van emissiefactoren.

Het rapport wordt gebruikt voor het vaststellen van emissiefactoren voor de betreffende techniek in de leghennencategorie.

3.2.11 Vermindering TAN uitscheiding/concentratie bij melkvee: vooronderzoek

Achtergrond en probleemstelling

De terugdringing van ammoniakemissie via voermaatregelen is een optie die momenteel voor een aantal diercategorieën nader in beschouwing wordt genomen binnen PAS. In de melkveesector wordt gedacht aan de mogelijkheden die een stal-specifieke aanpassing van het BEX/BEA-instrument biedt, eventueel in combinatie met gebruikmaking van het melkureumgetal als extra borgingsparameter. Met een dergelijk instrument kan de totale TAN-uitscheiding via de mest op bedrijfsniveau en het effect op de ammoniakemissie worden ingeschat. In eerdere interne notities is informatie aangedragen voor de verdere ontwikkeling van een voermaatregel die in de Rav-systematiek past.

Het centrale uitgangspunt voor emissiearme voermaatregelen voor melkvee is dat de TAN-concentratie in de urine en TAN-concentratie in de toplaag van opgeslagen stalmest de beste voorspellers zijn van de effecten van voermaatregelen op de stalemissie. Naast totale TAN-uitscheiding wordt deze concentratie ook beïnvloed door voerparameters die het urinevolume beïnvloeden.

Er bestaat behoefte aan het onderbouwen van een emissiearm voermaatregel-instrument voor melkvee zodat deze in regelgeving kan worden opgenomen. Hiervoor moeten een aantal relaties nader onderbouwd worden. Een belangrijke hierin het effect van de maatregel op de concentraties in urine en toplaag mest. Hiervoor dient op praktijkbedrijven nagegaan te worden hoe goed de geschatte TAN-uitscheiding op bedrijfsniveau is gecorreleerd met de TAN-concentratie in urine en ammonium-concentratie in toplaag mest.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is het vaststellen van de relatie op praktijkbedrijven tussen geschatte TAN-uitscheiding op bedrijfsniveau en TAN-concentratie in urine en ammonium-concentratie in toplaag mest.

Aanpak en fasering

De gestelde vraag kan via een monitoringsonderzoek op praktijkniveau worden beantwoord. Op een voldoende aantal representatieve melkveebedrijven wordt de N-concentratie in de vers uitgescheiden urine (TAN) en in de bovenlaag van de opgeslagen mest (N-ammonium) gemeten. Van elk bedrijf wordt de over dieren gemiddelde TAN-productie per dag berekend. Deze berekening kan plaatsvinden volgens een aangepaste BEA-systematiek. Vervolgens kan een empirische relatie worden vastgesteld tussen berekende TAN-productie en N-concentraties in uitgescheiden urine en opgeslagen mest. Om de effecten van omgevingsfactoren (bv. rantsoenfluctuatie, klimaat) mee te kunnen nemen dient de

monitoring idealiter over een volledig jaar plaats te vinden. In dit projectvoorstel wordt een eerste fase uitgevoerd met een monitoringsperiode van 4 maanden gedurende 2012.

In de eerste fase worden 10 bedrijven gemonitord. Op elk bedrijf wordt viermaal (maandelijks) een bedrijfsbezoek gebracht. Gedurende het bedrijfsbezoek worden de gegevens verzameld voor het vaststellen van de TAN-uitscheiding (voerparameters, voerbemonstering) en andere relevante bedrijfsinformatie zoals melkureumgehalte. Daarnaast worden tijdens het bezoek steekproefsgewijs verse urinemonsters van melkkoeien opgevangen gedurende een vaste periode en mestmonsters verzameld van de toplaag van de opgeslagen kelder mest. Verzamelde urine- en mestmonsters zullen worden geanalyseerd op totaal N, N-ammonium, N-ureum en pH. (Naast een mengmonster van de urine wordt ook gekeken naar de individuele monsters om de variatie tussen dieren in kaart te brengen, daarmee wordt inzicht verkregen in de representativiteit van het mengmonster)

Aan het eind van de eerste fase zal de verkregen dataset worden geanalyseerd en gerapporteerd in het voorjaar van 2013. Op basis van dit rapport kan besloten worden of vervolgonderzoek over een langere periode wenselijk is.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Onderzoek naar geschatte TAN-uitscheiding en N-concentraties in urine en opgeslagen mest van melkvee op praktijkbedrijven. Op basis van dit rapport wordt vervolgonderzoek verder uitgewerkt.

3.2.12 Vermindering TAN uitscheiding/concentratie bij melkvee: validatie-experiment

Achtergrond en probleemstelling

Afhankelijk van de resultaten van het vooronderzoek zal overgegaan worden tot een validatie-experiment, waarvan de invulling afhankelijk is van de resultaten uit dit vooronderzoek. Omdat de effecten van voermaatregelen via vermindering TAN-uitscheiding/concentratie naar verwachting beperkt zijn wordt gedacht aan het uitvoeren van een gecontroleerd experiment. Dit experiment kan uitgevoerd worden in vier identieke proefafdelingen met melkvee van de proefaccommodatie Dairy Campus. De proefafdelingen zijn qua inrichting en management representatief voor de praktijk, met uitzondering van de omvang en de mechanische ventilatie. In deze afdelingen kunnen emissies nauwkeurig worden gemeten en mestsamenstellingen gevolgd. Door het uitvoeren van vergelijkend onderzoek tussen afdelingen met verschillende voederrantsoenen met meerdere herhalingen kunnen de qua orde van grootte verwachte effecten worden aangetoond. Het validatie-experiment dient voldoende onderbouwing te leveren om tot voermaatregelen over te kunnen gaan in PAS.

Doelstelling

Het uitvoeren van een validatie-experiment voor de onderbouwing van voermaatregelen bij melkvee in het kader van PAS.

Aanpak en fasering

De aanpak zal gebaseerd zijn op vergelijkend onderzoek tussen identieke proefafdelingen met melkvee. De invulling zal op basis van de uitkomsten van het vooronderzoek plaatsvinden.

Fasering: de uitvoering is voorzien in de tweede helft van 2013 en eerste kwartaal 2014. Medio 2014 zal over dit onderzoek worden gerapporteerd.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Onderzoek naar de effecten emissiearme voederrantsoenen bij melkvee. Op basis van dit rapport kunnen voermaatregelen voor PAS met een onderbouwd effect worden ontwikkeld. Indien nodig kan ondersteunend vervolgonderzoek nader worden gedefinieerd.

3.2.13 Ontwikkelen voermaatregelen melkvee: bedrijfsmonitoringsparameters

Achtergrond en doelstelling

De ontwikkeling van voermaatregelen bij melkvee is gebaseerd op het principe dat de TAN-uitscheiding en de TAN-concentratie in de urine wordt teruggebracht door aangepast voermanagement. Een belangrijk element bij de praktijkinvoering van dit type maatregel is hoe de terugdringing van ammoniakemissie via verlaagde TAN-uitscheiding/concentratie betrouwbaar kan worden gekwantificeerd op bedrijfsniveau. Het is van belang dat daarbij nauwkeurigheid wordt gecombineerd met praktische, inpasbare en kosteneffectieve monitoringsparameters. Meerdere monitoringsparameters komen hiervoor in aanmerking. Het kan hierbij gaan om op voermanagement gebaseerde parameters als de berekende TAN-excretie/concentratie op een bedrijf, of een wat meer indirecte parameter als de berekende N-excretie per dier. Daarnaast biedt de reeds beschikbare melkureum-informatie ook mogelijkheden aangezien deze ook gecorreleerd zal zijn met de N-(in)efficiëntie. Tevens kan gedacht worden aan het monitoren van mestparameters al of niet in combinatie met voorgaande parameters. Tegen deze achtergrond is er behoefte aan het nader ontwikkelen van voermaatregelen met verschillende monitoringsstrategieën gebaseerd op nader te bepalen bedrijfsparameters of combinaties van parameters.

Doelstelling

Het doel van deze deskstudie is het onderzoeken van verschillende monitoringsstrategieën voor emissiearme voermaatregelen bij melkvee gebaseerd op nader te bepalen bedrijfsparameters of combinaties van bedrijfsparameters.

Aanpak en fasering

De aanpak is gebaseerd op een evaluatie van bedrijfsparameters die de effecten van voermanagement op ammoniakemissie in beeld kunnen brengen. Daarbij wordt gekeken naar onderlinge correlaties binnen en over bedrijven, evenals naar de wijze waarop bedrijfsparameters op een praktische en betrouwbare wijze kunnen worden verkregen. Bij deze evaluatie zal gebruikgemaakt worden van het eerdere onderzoek in het PvA naar TAN-uitscheiding (zie betreffende deelprojecten) en zal relevante literatuur van onderzoek uit het verleden worden gebruikt. Er zal onder meer gebruik gemaakt worden van de ammoniakemissie-database met meetgegevens van Nederlandse praktijkbedrijven sinds 2000.

Afhankelijk van de resultaten uit dit onderzoek zal een advies uitgebracht worden over de wijze waarop de effecten van voermaatregelen kunnen worden gekwantificeerd en geborgd. Waar nodig zal vervolgonderzoek worden geformuleerd voor het invullen van kennislacunes en het toetsen van de bruikbaarheid van voorgestelde parameters in de praktijk.

Resultaten en producten

Het resultaat van dit onderzoek is een rapport met advies over de te gebruiken bedrijfsmonitoringsparameters bij voermaatregelen en, waar nodig, te nemen vervolgstappen.

3.2.14 Verlaging ammoniakemissie melkveestallen door biologische aanzuring van mest

Achtergrond en probleemstelling

In opdracht van het Productschap Zuivel (PZ) heeft NMI nagegaan wat de mogelijkheden zijn van biologisch aanzuren van mest om zo de NH₃-emissie uit stallen en bij het toedienen van mest te verlagen. Bij biologisch aanzuren wordt met behulp van micro-organismen de mest aangezuurd. Bij biologisch aanzuren zijn in meer of mindere mate toevoegmiddelen nodig in de vorm van gemakkelijk afbreekbare C (bijv. melasse of zetmeel), organische zuren en/of melkzuurbacteriën.

De belangrijkste conclusies van de eerder uitgevoerde studie waren:

- Biologisch aanzuren van mest in rundveestallen heeft de potentie om kosteneffectief de NH₃-emissie op boerderijschaal te verlagen. Wanneer de pH van mest verlaagd wordt tot 5,5, dan mag een reductie in NH₃-emissie van 54-65% verwacht worden over de gehele keten van stal tot en met mest toedienen. Bijkomend voordeel is een hoger N-gehalte en een hogere N-werking van de mest bij toedienen. Cumulatief betekent dit een 15 tot 30 kg hogere N-werking per ha uit toegediende mest.

- De geschatte kosten voor biologische aanzuren variëren tussen de 4 en 20 € per kg NH₃ die niet vervluchtigt (of 50 tot 310 € per koe). De hoeveelheid fermenteerbaar organisch substraat die nodig is bepaalt grotendeels de variatie in kostprijs. Verwacht wordt dat de kosten beneden de 10 € per kg bespaarde NH₃ kunnen blijven.
Er zijn echter extra labtesten nodig om meer kwantitatieve informatie te verkrijgen over de optimale procescondities voor biologische aanzuren en om een meer precieze kostprijsberekening te maken.
- Positieve bijwerkingen van aanzuren zijn dat het methaanuitstoot uit mest vermindert met 20% en dat het resulteert in meer homogene drijfmest zonder risico van schuimvorming..
- Voor de korte termijn lijkt een verzuringssysteem gebaseerd op een mix van biologische en anorganische verzuring aantrekkelijk vanuit het oogpunt van risicospreiding tussen de kosten van additieven (azijnzuur, fermenteerbaar organisch substraat en H₂SO₄).
- Voor de lange termijn wordt de hoogste kostenefficiëntie verwacht voor biologische aanzuren in een fed-batch systeem.
- Indien biologisch aanzuren succesvol is dan is er een goede mogelijkheid om na scheiding de dikke fractie meer profijtelijk in te zetten als mono-substraat in een biogasinstallatie dan conventionele dikke fractie.

Geconcludeerd kan worden dat biologisch aanzuren perspectiefvol is maar dat de optimale procescondities en combinatie en hoeveelheden van de additieven die nodig zijn om de pH van dunne mest tot beneden pH 6 te verlagen onvoldoende bekend zijn. Er is meer kwantitatieve informatie nodig voordat het zinvol is om deze techniek op (semi-)praktijkschaal te testen, hiervoor zijn de onzekerheden te groot.

Doelstelling

Fase 1:

- Vaststellen van de procescondities voor effectief biologisch aanzuren van mest.
- Vaststellen in hoeverre de potentie voor biogasproductie uit mest toeneemt door biologisch aanzuren.
- Evalueren van technische en economische aspecten voor mogelijke opschaling van deze techniek.

Fase 2:

- Opschalen naar praktijkschaal en middels metingen de werking van het biologische aanzuringssysteem valideren.

Aanpak en fasering

Fase 1: lab-schaal en evaluatie

Via proeven op lab-schaal wordt vastgesteld welke additieven, in welke hoeveelheden en onder welke condities nodig zijn om effectief aan te zuren. Tegelijk wordt dan vastgesteld wat het biogaspotentieel is van aangezuurde mest. Deze experimenten worden uitgevoerd door NMI met ondersteuning van buitenlandse experts.

Op basis van de uitgevoerde literatuurstudie voor PZ, en de labtesten zal worden vastgesteld hoe het proces van biologisch aanzuren dient te worden ingericht bij opschalen. Vervolgens zal een evaluatie gemaakt worden van de technische en economische haalbaarheid van een opschaling naar praktijkschaal. Deze evaluatie zal uitgevoerd worden door WUR-LR en NMI.

De looptijd van fase 1 is van juli 2012 - december 2012.

Na uitvoering van fase 1 is sprake van een no/no go moment.

Fase 2: Ontwerp en opschaling naar praktijkschaal

Indien op basis van de resultaten van fase 1 de techniek wordt beoordeeld als kansrijk voor praktijktoepassing, zal in overleg met onderzoeksinstituten en marktpartijen overlegd worden hoe een gezamenlijke vervolgfase (praktijktest) eruit kan zien. Voorzien wordt om dit onderzoek uit te voeren op een proeffaciliteit van Wageningen UR. Te zijner tijd zal de opzet van dit onderzoek in detail moeten worden ingevuld. Uitvoering van dit vervolgonderzoek is voorzien in 2013/2014.

Resultaten en producten

De volgende rapporten zullen worden opgeleverd:

Fase 1: Laboratoriumonderzoek naar biologisch aanzuren van mest in melkveestallen

Fase 2: Praktijkonderzoek naar biologisch aanzuren van mest in melkveestallen

3.2.15 Effectiviteit van emissiereducerende technische maatregelen in melkvee- en andere rundveecategorieën: indicatieve beoordelingen

Achtergrond en probleemstelling

Er bestaan diverse technische mogelijkheden om de ammoniakemissie uit melkveestallen en stallen voor andere rundveecategorieën terug te dringen. Deels gaat het hier om principes die toegepast worden in andere diercategorieën, deels gaat het om verbetering van bestaande technieken in melkveestallen, en deels gaat het om de overdracht van technieken die voor melkveestallen zijn ontwikkeld naar andere rundveecategorieën (bv. huisvesting jongvee). Er bestaat behoefte aan een indicatieve beoordeling van deze technieken.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig:

- het indicatief beoordelen van een aantal emissiereducerende technieken voor ammoniakemissiereductie in melkveestallen en andere rundveecategorieën
- vaststellen voor deze technieken, waar relevant, of afleiding mogelijk is tussen diercategorieën, en waar mogelijk een advies voor afleiding opstellen.

Aanpak en fasering

De volgende technieken voor toepassing in melkveestallen en andere rundveecategorieën zullen worden beoordeeld:

- toepassing van drijvende ballen in stallen met roostervloeren en mestkelders
- aanpassing van roostervloeren in de vorm van een rubberen toplaag
- optimalisatie van mestschuiven over roostervloeren en emissiearme vloeren
- toepassing koelelementen
- toepassing van in melkveestallen ontwikkelde emissiearme vloeren in andere rundveecategorieën

De volgende aspecten worden meebeschouwd bij de indicatieve beoordeling van genoemde technieken:

- potentie om ammoniak te reduceren (>10%);
- afwenteling op andere milieucomponenten, zoals gasvormige emissies, of op dierenwelzijn of arbo-omstandigheden;
- kosteneffectiviteit;
- robuustheid, bedrijfszekerheid en praktisch inpasbaarheid;
- controleerbaarheid en handhaafbaarheid.

Op basis van de indicatieve beoordeling zal bij een positieve beoordeling en waar relevant een advies worden uitgebracht over de mogelijkheid een emissiefactor af te leiden voor genoemde categorieën. Indien bij een positieve indicatieve beoordeling afleiden niet mogelijk blijkt te zijn zal, waar relevant, een advies worden uitgebracht over een meetprogramma.

Resultaten en producten

Rapportage met indicatieve beoordelingen voor genoemde technieken op basis waarvan (bij positieve beoordeling) een vervolg kan worden ingezet voor het afleiden van emissiefactoren of vervolgonderzoek met metingen.

3.2.16 Ureaseremmers in melkveestallen: proof of principle

Achtergrond en probleemstelling

De ureum die in de urine wordt uitgescheiden wordt, zodra het in contact komt met door mest besmeurde oppervlakken, door het enzym urease gehydrolyseerd tot ammonium. Het enzym urease bevindt zich in bacteriën die in de feces aanwezig zijn. Binnen enkele uren na uitscheiding van de urine is al het ureum omgezet. Alleen in die periode is hoeveelheid urease (ureaseactiviteit) beperkend voor de ammoniakemissie. De ureaseactiviteit moet dan ook sterk worden teruggedrongen om de een substantiële reductie van de ammoniakemissie te behalen. De ureaseactiviteit op een vloer kan bepaald worden met een protocol beschreven in Kasper et al. (2010) op basis van Braam en Hoorn (1996). Dit is een protocol voor de meting van ureaseactiviteit op vloeren door toevoegen van ureumoplossing en op vaste tijdstippen terugmeten van ammoniakgehalte.

Voor vermindering van de ureaseactiviteit zijn verschillende stoffen bekend. Smits en Bokma (2010) geven een overzicht van toepassing in de bodem, op de stalvloer en in de mest. Uit Duits onderzoek is

een perspectiefvolle nieuwe stof naar voren gekomen (Leinker, 2007; Leinker et al., 2007). Het effect van deze stof op de ammoniakemissie is begin 2013 in de meet- en innovatieunits van Dairy Campus op stalniveau bepaald. De verwachting is echter dat dit middel niet op korte termijn commercieel beschikbaar is. Toetsing van het emissiereducerend effect van een middel dat wel commercieel beschikbaar komt is daarom noodzakelijk. Dit gebeurt volgens dezelfde opzet als toegepast in begin 2013. Bij dit middel is er echter grotere onzekerheid omtrent de te gebruiken concentratie en toedieningsfrequentie en emissiereductie. Naast vaststelling van de effectiviteit van een middel is ook ontwikkeling van een toedieningsmethode en een protocol voor monitoring en handhaving van deze maatregel nodig. Tenslotte is voordat validatie van de uiteindelijke middel mogelijk is een toetsing nodig van de combinatie van middel en toedieningsmethode.

Samenvattend ontstaan er 4 fases

A: Emissiereductie van commercieel beschikbaar

B: Ontwikkeling van toedieningsmethode en borging van monitoring en handhaving.

C: Proof of principle van combinatie toedieningsmethode en ureaseremmer

D: Validatie volgens protocol (zie paragraaf 3.2.17)

Fase A en B kunnen gelijktijdig starten

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek per fase is:

A: Het vaststellen van een reductie van ammoniakemissie na toepassing van ureaseremmers op roostervloeren bij melkvee. Het betreft het een 'proof of principle' uitgevoerd op Dairy Campus.

B: Ontwikkeling van een toedieningsmethode en protocol voor boring monitoring en handhaving.

C: Vaststellen van een emissieeffect in de uiteindelijke combinatie van middel en toedieningsmethode

D: Vaststellen van een emissiefactor door validatie van deze maatregel volgens geldend protocol

Aanpak en fasering

A: Voor vaststelling van het effect van de ureaseremmer op ammoniakemissie wordt dezelfde aanpak gekozen als bij de eerder proef op Dairy Campus. Daarbij zal in 2 units de ureaseremmer in nog te bepalen hoeveelheid en frequentie handmatig met een rugspuit worden toegediend op de roostervloer van twee van de vier units. De andere (gelijke) units zullen dienen als referentie. Dit zal gedurende ca. één week plaatsvinden. Na een tussenperiode zal deze opzet worden herhaald in de andere 2 units. Beoogde start van Fase A: half augustus. Beoogde afronding December 2013.

B: Fase B loopt parallel aan fase A en wordt in samenwerking met de Proeftuin Natura 2000 Overijssel uitgewerkt. Daarbij worden pilotboeren betrokken die in een eerder stadium belangstelling voor de toepassing van ureaseremmers hebben getoond en wordt samenwerking gezocht met een bedrijf dat beschikt over ontwikkelcapaciteit voor een toedieningsmethoden. Gedacht wordt aan een combinatie met een mestschuif of mestrobot of door het aanbrengen van sproeileiding boven de loopvloer of aan de boxranden. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van ervaringen die zijn opgedaan binnen verschillende projecten die zicht richtten op de reductie van fijnstofemissie door verneveling van water of olie. Beoogde start van Fase B: half augustus. Beoogde afronding december 2013

C: In fase C die volgt na succesvolle afronding van fase A en B wordt de ontwikkelde toedieningsmethode toegepast in de meetunits op Dairy Campus en wordt getest of de effectiviteit ten aanzien van emissiereductie gelijk is gebleven. Tevens zullen protocollen of technieken die de controle en handhaving moeten ondersteunen getest worden. Voordat tot test wordt overgegaan zal in contact met Tac-Rav een proefstalaanvraag inclusief systeembeschrijving voorbereid worden. Beoogde start van Fase C: Februari 2014. Beoogde afronding: Juli 2014

D: In fase D vind validatie van de methode plaats. Voor verder uitwerking zie paragraaf 3.2.17

Resultaat en producten

Fase A: Rapport: proof of principle toepassing ureaseremmers bij melkvee.

Fase B: Rapportage van werkzaamheden. Voorstel voor procedure monitoring en handhaving.

Fase C: Proefstalaanvraag/Systeembeschrijving. Rapportage van proof of principle middel in combinatie met toedieningsmethode.

Fase D: Zie 3.2.17

3.2.17 Ureaseremmers in melkveestallen: validatie

Achtergrond en probleemstelling

De aanleiding voor het onderzoek naar ureaseremmers staat in het vorige deelonderzoek (proof of principle) beschreven inclusief fasering daarvan. Validatie betreft de laatste fase van de daar beschreven aanpak (fase D). Uit dit eerder fases volgt een beslismoment, waarin wordt besloten tot het al of niet uitvoeren van validatieonderzoek voor het vaststellen van emissiefactoren. Het voorliggende deelproject wordt uitgevoerd wanneer de resultaten van het vooronderzoek positief zijn. Voordat het validatie-onderzoek wordt ingezet dienen alle neveneffecten in beeld te zijn gebracht, dient er duidelijkheid te zijn over praktijkdosering en dient een systematiek te zijn ontwikkeld voor een algemene systeembeschrijving die niet gebonden is aan eens specifiek urease-remmend product.

Doelstelling

Het uitvoeren van emissieonderzoek naar ureaseremmers in melkveestallen volgens de door TacRav voorgeschreven meetprotocollen, of daarmee gelijkwaardige. Het onderzoek is gericht op het bepalen van de emissiefactor voor NH₃.

Aanpak en fasering

De emissiefactoren zal indien mogelijk en in afstemming met de TacRav volgens de case-control opzet van het meetprotocol worden doorgemeten op twee bedrijfslocaties. De case-control is daarbij gebaseerd op opeenvolgend doormeten van de ammoniakemissie gedurende enkele dagen met en zonder toepassing van ureaseremmers.

De meetstrategie is gericht op het uitvoeren van 24 uurs-metperiodes in de controle- en de proefperiode. In totaal zullen op elk bedrijf 6 metingen uitgevoerd worden verspreid over het jaar volgens de voorschriften van het meetprotocol. De toe te passen meetmethoden zullen in een later stadium worden uitgewerkt.

Fasering: uitvoering van dit onderzoek is voorzien in de periode medio 2014 - medio 2015.

Resultaten en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van de toepassing van ureaseremmers op de reductie van ammoniakemissie in melkveestallen; uitvoering van een meetprogramma voor het vaststellen van emissiefactoren.

Het rapport wordt gebruikt voor het vaststellen van emissiefactoren voor de betreffende techniek in melkveestallen.

3.2.18 Gecontroleerde luchtstroming (ACNV) in melkveestallen: validatieonderzoek

Achtergrond en probleemstelling

In natuurlijk geventileerde melkveestallen kan de ammoniakemissie worden teruggedrongen door automatische sturing van de ventilatieopeningen. Dit wordt het ACNV-systeem genoemd (Automatische Controle Natuurlijke Ventilatie). De achterliggende gedachte bij deze maatregel is dat de ammoniakemissie wordt gereduceerd door vermindering van de luchtsnelheid in de stal en daarmee de luchtsnelheid over emitterende oppervlaktes. Dit gebeurt door de ventilatieopeningen te beperken met automatisch geregelde ventilatiegordijnen in de zijwanden. De stand van de gordijnen wordt geregeld door een procescomputer met een regelalgoritme dat een functie is van de windsnelheid en temperatuur buiten de stal. De grootte van het reducerende effect van ACNV op ammoniakemissie uit de stal is tot dusver niet met directe metingen onderbouwd. Op basis van expert-judgement zijn er inschattingen gemaakt die variëren tussen 10 - 30%. In het kader van het ontwikkelen van voer- en managementmaatregelen en additionele technische maatregelen bestaat er behoefte aan het vaststellen van het emissiereducerende effect van ACNV volgens het meetprotocol voor NH₃-emissiefactoren of een daaraan qua meetnauwkeurigheid gelijkwaardige methode. In een eerdere interne notitie van Livestock Research is geadviseerd een meetopzet te kiezen met twee melkveestallen waarbij ACNV afwisselend wel en niet wordt toegepast, waarmee een case-control aanpak kan worden benaderd. Deze methode heeft een groter onderscheidend vermogen dan de

standaardaanpak met vier melkveestallen, en biedt daarmee meer kans een statistisch significant effect aan te tonen. De methode wordt ook toegepast in het VERA-protocol.

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is het vaststellen van het effect van ACNV op de ammoniakemissie uit natuurlijk geventileerde melkveestallen conform een aan het meetprotocol voor NH₃-emissie gelijkwaardige methode.

Aanpak en fasering

Uit de notitie over de bemeetbaarheid van de emissiereductie in natuurlijk geventileerde stallen blijkt dat alleen wanneer een protocol met een vergelijkende meetopzet (zoals het VERA-protocol) voldoende onderscheidingsvermogen heeft om de te verwachten emissiereductie aan te tonen. Daarom wordt het onderzoek uitgevoerd in twee moderne open melkveestallen met ventilatiegordijnen voorzien van een ACNV regeling. Voor het bepalen van het effect van ACNV op de ammoniakemissie wordt op twee achtereenvolgende dagen met vergelijkbare weersomstandigheden wat betreft windsnelheid, windrichting en temperatuur de ammoniakemissie gemeten volgens de CO₂-balans methode. Voorafgaand aan de eerste meting worden de ventilatieopening per koe en de instellingen van de procescomputer die de ventilatiegordijnen aangestuurd vergeleken met het regelalgoritme dat in de MDV is gegeven. Zo nodig worden de instellingen aangepast. Daarna wordt op de ene dag geventileerd met ingeschakeld ACNV en op de tweede dag wordt geventileerd zonder toepassing van het ACNV met een open ventilatiestand. De stand van de gordijnen is daarbij zo dat er ruimer wordt geventileerd als bij toepassing van het ACNV regelalgoritme. Omdat het effect van gordijnstand op ventilatie- en luchtsnelheidspatroon naar verwachting ook afhankelijk is van het temperatuurverschil tussen buitenlucht en stallucht dient in verschillende seizoenen te worden gemeten, zoals overigens ook wordt voorgeschreven door het meetprotocol voor NH₃-emissiefactoren. Er zullen daarom op beide bedrijven 6 tweedaagse meetperioden uitgevoerd worden in de periode van augustus 2013 tot eind juli 2014. Voor het bepalen van het effect van de stand van de ventilatiegordijnen op ventilatiepatroon en luchtsnelheid in de stal zullen een aantal hittedraad anemometers zodanig opgehangen worden dat ze eenvoudig verplaatsbaar zijn. Deze meters zullen buiten het bereik van de dieren worden bevestigd. Om ook binnen het dierbereik zo dicht mogelijk de emitterende oppervlakken van vloer en kelder de luchtsnelheid te kunnen bepalen zullen aanvullend handmatige metingen uitgevoerd worden. Deze ondersteunende metingen zijn van belang voor de interpretatie van de gevonden effecten.

Resultaat en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Effect van de toepassing ACNV-regeltechniek op de reductie van ammoniakemissie in melkveestallen; uitvoering van een meetprogramma voor het vaststellen van emissiefactoren.

Het rapport wordt gebruikt voor het vaststellen van emissiefactoren voor de betreffende techniek in melkveestallen.

3.2.19 Stalemissiereducerende effecten van de beweidingsregimes: voorstudie

Achtergrond en probleemstelling

Door het weiden van melkvee gedurende het groeiseizoen neemt de ammoniakemissie uit de stal tijdens de beweiding af omdat de emissie van de stalvloer wegvalt. De omvang van de ammoniakreductie hangt af van het aantal beweidingsuren per dag en het aantal beweidingdagen. Voor het toerekenen van de effecten van beweiding op stalemissie wordt momenteel gebruik gemaakt van een rekenregel gebaseerd op een procentuele afname van de stalemissie per uur beweiding (Monteny et al., 2001). Deze afname is een benadering afgeleid uit eerder emissie-onderzoek. De nauwkeurigheid van deze benadering vraagt nadere aandacht. De benadering is opgesteld voor stallen met roostervloeren en is niet geschikt voor stallen met emissie-arme vloeren. Verwacht mag worden dat het effect van beweiding voor deze groep een proportioneel grotere reductie zal opleveren. Verder dient voor het effect van beweiding op emissie tevens het seizoenseffect op emissie te worden meebeschoofd.

Het emissiereducerende effect van beweiding is in potentie een aantrekkelijke management-maatregel in het kader van PAS. Het combineert gewenste weidegang met een positief milieueffect. Om als PAS-maatregel te kunnen ingerekend zal echter wel moeten worden voldaan aan de bijbehorende criteria t.a.v. de onderbouwing van het emissiereducerende effect.

Doelstelling

Het doel van deze studie is na te gaan in hoeverre het emissiereducerende effect van een beweidingsmaatregel kan worden onderbouwd op basis van de PAS-criteria, en bij onvoldoende onderbouwing te adviseren welke aanvullende onderzoeksinformatie gewenst is.

Aanpak en fasering

Middels een deskstudie zal de huidige onderbouwing van de effecten van beweiding worden afgewogen tegen de criteria van PAS. Hiervoor wordt de onderzoeksliteratuur geëvalueerd waarop de huidige rekenregels zijn gebaseerd. Tevens zal aandacht worden besteed aan de verwachte effecten van het stalsysteem op de emissiereductie en de effecten van beweidingsseizoenen.

Op basis van de resultaten van de deskstudie zal een advies worden uitgebracht over de huidige onderbouwing van het emissiereducerende effect van beweiding, en indien nodig zal aangegeven worden welke aanvullende informatie gewenst is. Deze studie zal in 2014 worden uitgevoerd.

Resultaat en producten

Als resultaat van het project wordt het volgende rapport voorzien: Het effect van beweiding op de reductie van ammoniakemissie in melkveestallen; deskstudie naar onderbouwing in het kader van PAS.

Het rapport wordt gebruikt voor het vaststellen van emissiefactoren voor de betreffende maatregel in melkveestallen, of het definiëren van vervolgonderzoek om tot een dergelijke vaststelling te kunnen overgaan.

3.2.20 Indicatieve beoordelingen op basis van voorstel door derden

Achtergrond en probleemstelling

In dit Plan van Aanpak zijn verschillende opties voor ammoniakemissiereductie opgenomen, die volgens de groslijst in hoofdstuk 2 het meeste perspectief bieden. Vanuit het bedrijfsleven zullen echter ook opties naar voren komen die perspectief zouden kunnen bieden. Om onderzoek hiernaar te faciliteren wordt dit project gedefinieerd. Dit project biedt de mogelijkheid om het effect van (innovatieve) systemen op de ammoniakemissie vooraf te beoordelen. Het kan hierbij zowel gaan om systemen die nog in het concept-stadium verkeren als om door het bedrijfsleven ontwikkelde systemen. In de beoordeling wordt zowel op technische als economische haalbaarheid ingegaan. Bij voldoende perspectief kunnen vervolgmetingen worden gedaan om een emissiefactor voor ammoniak vast te stellen.

Doelstelling

Het algemene doel van dit onderzoek is het indicatief vaststellen van de emissiereductie van ammoniak bij systemen die niet genoemd zijn in dit Plan van Aanpak en door derden worden aangedragen als perspectiefvol.

Aanpak en fasering

De volgende aspecten worden meebeschouwd bij de indicatieve beoordeling van voorgedragen technieken:

- onderbouwing werkingsprincipe op basis van geaccepteerde wetenschappelijke inzichten
- potentie om ammoniak te reduceren (>10%);
- afwenteling op andere milieucomponenten, zoals gasvormige emissies, of op dierenwelzijn of arbo-omstandigheden;
- kosteneffectiviteit;
- robuustheid, bedrijfszekerheid en praktisch inpasbaarheid;
- controleerbaarheid en handhaafbaarheid.

Op basis van de indicatieve beoordeling zal bij een positief oordeel, waar relevant, een advies worden uitgebracht over het te volgen (onderzoeks)traject voor het kunnen opnemen van de maatregel in het PAS-overzicht.

Indicatieve beoordelingen zullen gedurende de gehele looptijd van het PvA worden uitgevoerd.

Resultaten en producten

Rapportage met indicatieve beoordelingen voor genoemde technieken en advisering over vervolgtrajecten.

3.2.21 Advisering voor ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen

Achtergrond en probleemstelling

Voor de ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen is er behoefte aan ondersteunend onderzoek en advies op een aantal terreinen:

- aanvraagprocedure, handreikingen en beoordelingscriteria voor PAS-maatregelen
- actualisering emissiefactoren diercategorieën
- actualisering meetprotocollen
- emissies van buitenuitloop varkens
- inschatting kosten emissiearme stalsystemen i.r.t. BBT

Doelstelling

Binnen dit deelproject is het doel de ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen te ondersteunen in de vorm van deskstudie en advisering op diverse terreinen.

Aanpak en fasering

Uitvoering van deskstudies voor het uitbrengen van advies op de hierboven genoemde terreinen, gedurende de gehele doorlooperperiode van het PvA.

Resultaat en producten

De deskstudies hebben als beoogd resultaat notities en rapporten aan te leveren die de ontwikkeling en implementatie in regelgeving van PAS-maatregelen ondersteunen.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A., Elzing, A., 1998a. Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs. *Livestock Production Science* 53, 153-169.
- Aarnink, A.J.A., Elzing, A., 1998b. Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs. *Livest. Prod. Sci.* 53: 153-169.
- Aarnink, A.J.A., Smits, M.C.J., Vermeij, I., 2010. Reductie van ammoniakemissie op vleesvarkensbedrijven via gecombineerde maatregelen. Rapport 366. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research.
- Braam, C.R., Hoorn, C.J. van den, 1996. Ammoniakemissie-arme betonnen stalvloeren. Resultaten van experimenteel en toegepast onderzoek. IMAG-DLO rapport 96-12, CUR rapport 188.
- Emous, R.A.van., Ellen, H., Fiks, T.G.C.M., 2004. Inrichting, verlichting, ammoniak en stof bij voliëreonderzoek (2e proef) = Layout, illumination, ammonia and dust in an aviary study. *PraktijkRapport / Animal Sciences Group*, Nr. 14.
- Emous, R.A.van., Harn, J.van., Aarnink, A.J.A., 2009. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij : effecten van strooisellaagdikte. Rapport 254, Animal Sciences Group, Wageningen UR.
- Groot Koerkamp, P.W.G., L. Speelman, J.H.M. Metz, 1998. Litter Composition and Ammonia Emission in Aviary Houses for Laying Hens. Part 1: Performance of a Litter Drying System. *J. Agric Engng Res.* 70, 375-382.
- Groot Koerkamp, P.W.G., Middelkoop, J.H.v., Evers, E., 2000. Ammoniakemissie vleeskuikenstallen toegenomen. *Pluimveehouderij* 30, 10-11.
- Harn, J. van, Mosquera Losada, J., Aarnink, A., 2009. Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: invloed strooiselmateriaal op fijnstof- en ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. Rapport 172, Animal Sciences Group, Wageningen UR.
- Kasper, G.J., Bokma, S., Blanken, K., 2010. De urease activiteit van Comfort Slat Mats in vergelijking met betonrooster in rundveestallen. Rapport 390, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 22p.
- Leinker, M., 2007. Entwicklung einer Prinziplösung zur Senkung von Ammoniakemissionen aus Nutztierställen mit Hilfe von Ureaseinhibitoren. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, ForschungsberichtAgrartechnik der VDI-MEG Nr. 462, 237 pp.
- Leinker, M., Rheinhardt-Hanisch, A., Von Borell, E., Hartung, E., 2007. Application of urease inhibitors in dairy facilities to reduce ammonia volatilization. Monteny, G.J. & E. Hartung, (Eds): *Ammonia emissions in Agriculture: International Conference on Ammonia in Agriculture: Policy, Science, Control and Implementation*, Ede, The Netherlands, 19-21 March 2007. Wageningen Academic Publishers, p 105-107.
- Monteny, G.J., Huis in 't Veld, J.W.H., Duinkerken, G.van, Andre, G., Schans, F.van der, 2001. Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG, Praktijkonderzoek Veehouderij, Centrum voor Lanbouw en Milieu, Wageningen, p. 27.
- Monteny, G.J., Schulte, D.D., Elzing, A., Lamaker, E.J.J., 1998. A conceptual mechanistic model for the ammonia emissions from free stall cubicle dairy cow houses. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 41, 193-201.
- Smits, M.C.J., Bokma, S., 2010. Verkenning perspectief van ureaseremmers voor beperking van ammoniakemissie uit Nederlandse melkveestallen. Rapport 141, Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad.
- Smits, M.C.J., Campen, J.B., Huis in 't Veld, J.W.H., 2008. Emissiereductie door kelderluchtbehandeling in een vleeskalverenstal; proof of principle. Rapport 179, Animal Sciences Group, Wageningen UR.
- Dooren, H.J.C. van, Smits, M.C.J., 2007. Reductieopties voor ammoniak- en methaanemissie uit huisvesting voor melkvee. Rapport 80 Animal Science Group, Wageningen UR.
- Veldkamp, T., Star, L., Klis, J.D., van der Harn, J., 2012. Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding. Rapport 490, Wageningen UR Livestock Research - 38 p.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 821



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
